

斯氏线虫对黄曲条跳甲的侵染能力

魏洪义* 王国汉 庞雄飞
(植保系)

摘要 本文应用 Hassell—Varley 模型和 Holling 功能反应模型对斯氏线虫与黄曲条跳甲三龄幼虫的关系进行了拟合,得到在 48 h 内,每百条线虫可感染 1.4 头寄主,线虫间干扰作用为 0.273 8;每 2 500 条线虫对寄主的瞬时发现率为 0.5,在最适宜的条件下,最多可感染 72 头寄主。线虫对不同龄期的黄曲条跳甲幼虫感染,结果表明,随寄主龄期的增加而感染率增加。

关键词 斯氏线虫;黄曲条跳甲

在已报道的有关昆虫病原线虫感染害虫的研究报告中,评价线虫对于寄主昆虫的应用前景时,一般简单采用线虫感染率这类指标。本文以对 Hassell—Varley 模型和 Holling 模型的模拟结果,以及线虫对不同龄期害虫的侵染能力为依据,探讨了寄生物和寄主的关系,从不同角度说明斯氏线虫对黄曲条跳甲的防治潜力。

1 材料与方法

1.1 供试的线虫与黄曲条跳甲

昆虫病原线虫:斯氏线虫 *Steinernema feltiae* (Filipjev) Agriotos 品系,由澳大利亚引进、广东省昆虫研究所提供原种、经大蜡螟老熟幼虫繁殖。

黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata* (Fabr.) 幼虫:采自广州市郊的蔬菜田土壤,经昆虫分离器(塔氏装置)分离、分离出的幼虫根据其头宽的大小进行龄期鉴别。

1.2 试验方法

试验均在培养皿(90 mm×15 mm)内进行,每个处理 3 个重复。培养皿置于恒温(25±1℃)培养箱内。试验结果检查方法如下:在试验 2 天后,用 25% 的食盐水漂浮检出跳甲幼虫(寄主龄期试验可直接检出跳甲幼虫),在双目解剖镜下进行解剖、记录被线虫感染的跳甲数量。

1.2.1 线虫剂量试验 设 9 个处理。培养皿内装入消毒过的细砂(重量:100 g;含水量 15%),接入三龄跳甲幼虫 15 条,6 h 后往培养皿内均匀滴入不同剂量线虫悬液(1 ml),再用同等大小的培养皿封盖。

1.2.2 寄主密度试验 设 6 个处理,培养皿内装入细砂(同上),接入不同数量的三龄跳甲幼虫,6 h 后滴入 1 ml 线虫悬液(共 2 500 条),用培养皿封盖。

1.2.3 寄主龄期试验 黄曲条跳甲幼虫共有 3 个龄期。因其一、二龄幼虫个体较小,在沙中不易检查出来,故该试验用滤纸进行感染。每个培养皿内分别接入各龄跳甲幼虫 15 条,

* 现在江西农业大学植保系工作。

1990-10-22 收稿

滴入 1 ml 线虫悬液（共 2 000 条），然后将培养皿封盖。

2 结果与分析

2.1 斯氏线虫对黄曲条跳甲的寻找效应

线虫剂量试验的结果表明、线虫数量对于线虫感染跳甲三龄幼虫的效果具有明显的关系。如图 1 所示、随着线虫剂量的增加，线虫感染率显著上升。

试验结果可用 Hassell—Varley 模型

$$\ln a = \ln a_0 - m \cdot \ln P$$

进行拟合。其中：

- a：每百条线虫导致寄主的平均死亡数；
- a₀：在没有干扰作用时的 a；
- m：线虫之间的干扰常数；
- P：线虫剂量（百条线虫/皿）。

拟合时，先用线性回归法求出 a₀ 和 m，并把它们作为非线性最小二乘法的初始迭代参数，然后用 Marquardt^[1]方法得出 a₀ 和 m 的最终值分别为 1.410 2，0.273 8。这说明，在没有干扰的情况下，每百条线虫可感染 1.41 头三龄跳甲幼虫，线虫间的干扰作用为 0.273 8（拟合结果见表 1）。

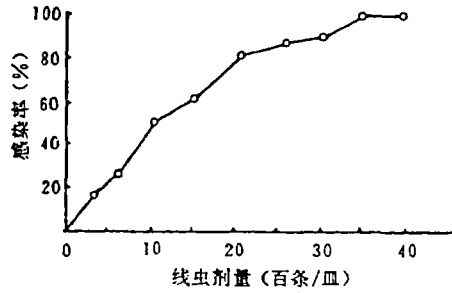


图 1 斯氏线虫剂量与感染率的关系

表 1 斯氏线虫对跳甲三龄幼虫的寻找效应

p	3	6	10	15	20	25	30	35	40
a	0.89	0.67	0.73	0.60	0.60	0.52	0.46	0.43	0.38
a'	0.90	0.74	0.64	0.58	0.53	0.50	0.48	0.46	0.44

$$\delta = \sqrt{\sum(a' - a)^2/n} = 0.052 2$$

2.2 斯氏线虫对黄曲条跳甲的功能反应

寄主密度试验结果表明，在培养皿这个特定范围内，当线虫数量一定时，寄主数量的变化，对于线虫感染率具有一定的影响（见图 2）。

试验结果可用 Holling^[4]功能反应 I 型：

$$Na = \frac{a \cdot T_1 \cdot N}{1 + a \cdot T_1 \cdot N}$$

进行拟合。其中，

- Na：被线虫寄生的跳甲平均数量；
- N：跳甲数量；
- T₁：线虫活动的全部时间；
- T₁：线虫处理 1 头寄主所耗时间；

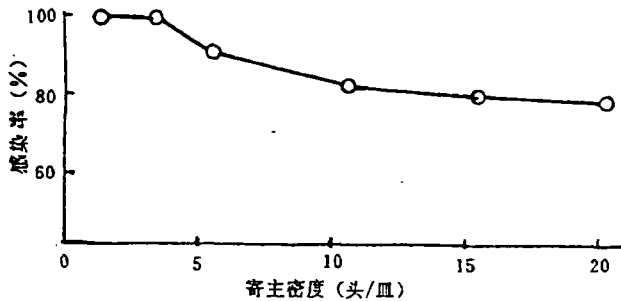


图 2 跳甲密度与斯氏线虫感染率的关系

a: 瞬时发现率。

拟合方法同上, 拟合结果为: $a=0.5079$, $T_1=0.0279$, $Na_{max}=T_1/T_2 \approx 72$, 即每 2500 条线虫的瞬时发现率为 0.5; 处理 1 头寄主所耗时间为 40 min; 在最适宜的条件下, 48 h 内最多可感染 72 头跳甲三龄幼虫 (拟合结果见表 2)。

表 2 斯氏线虫对跳甲三龄幼虫的功能反应

N	1	3	5	10	15	20
Na	1.0	3.0	4.67	8.33	12.33	17.33
Na'	0.98	2.88	4.71	8.97	12.86	16.41

$$\delta = \sqrt{\Sigma(Na' - Na)^2/n} = 0.5086$$

2.3 跳甲不同龄期幼虫对斯氏线虫的敏感性

黄曲条跳甲以三龄幼虫对斯氏线虫最为敏感, 二龄的敏感性次之, 一龄的敏感性最弱, 斯氏线虫对三者的平均感染率分别为 100%, 46.67% 和 20%。

由于斯氏线虫是通过寄主昆虫身体上的自然孔道 (如气门、口腔和肛门等) 进入寄主体腔的 (见 Poinar, 1979), 其中气门是一条重要的途径, 因此, 气门的大小直接关系到线虫侵染寄主的能力。经测定, 黄曲条跳甲各龄幼虫的气门直径分别为: 14.3, 18.5 和 23.3 μm , 而斯氏线虫侵染期幼虫体宽为 23.9 μm 所以相对于一、二龄跳甲幼虫而言, 线虫更容易侵入三龄跳甲幼虫 (见表 3)。

表 3 黄曲条跳甲各龄幼虫身体测量值

幼虫龄期	一		二		三	
	范围 (μm)	平均值	范围 (μm)	平均值	范围 (μm)	平均值
头宽	140~180	165	200~270	232	300~410	356
气门直径	8.1~18.1	14.3	13.3~21.2	18.5	16.2~24.1	23.3
体宽	246~273	260	314~422	396	603~844	726
臀板宽	140~169	151	219~301	243	310~422	376

3 结论与讨论

Hassell-Varley^[3]模型和 Holling^[4]功能反应模型是表示天敌和寄主之间相互作用的数学表达式, 前者体现了天敌之间的相互干扰作用, 后者则反映出寄主密度的变化对天敌作用的影响。本文用上述两个模型分别对线虫剂量和寄主密度与感染率关系的试验结果进行模拟, 得到了较好的结果, 从而进一步评价了斯氏线虫对黄曲条跳甲的作用效果, 为斯氏线虫的田间应用提供了可靠的依据。

另一个方面, 寄主龄期试验结果则说明了寄主昆虫的个体及其气门大小与线虫作用效果有直接的关系, 寄主气门大, 线虫更易侵入。Morris (1987)^[10]认为 *Steinernema feltiae* All 品系对黄条跳甲 *Phyllotreta crucifera* (Goeze) 的作用效果不显著的原因可能是, 寄主气门对于线虫的侵染来说是太小了, 因为侵染期线虫的体宽为 24 μm , 而寄主 (三龄幼虫) 的气门直径仅为 5 μm 。

本文寄主龄期试验结果还表明, 线虫感染率随跳甲幼虫龄期的增加而上升。Dadd (1971)^[1], Molloy 等 (1980)^[6]和 Kaya 等 (1982)^[5]的试验也得到类似的结果, 但 Fuxa 等 (1988)^[2]的研究结果则与之相反。昆虫的不同龄期对病原线虫的敏感性存在差异, 这可能与下列因素有直接关系: 物理因素, 如昆虫气门结构及其骨化程度的差异 (Kaya&Hara, 1980)^[7]; 化学因素, 如寄主昆虫所释放的二氧化碳和利它激素的数量不同 (Kaya, 1985)^[5]等等。具体到某种昆虫, 是以何种因素为主或两者并重或还有其他因素的作用, 则有待于进一步的研究证明。

参 考 文 献

- 1 Dadd R H. Size limitations on the infestibility of mosquito larvae by nematodes during filter-feeding. *J Invertebr Pathol*, 1971, 18: 246~251
- 2 Fuxa J R, A R Richter, F Agudelo-Silva. Effect of host age and nematode strain on susceptibility of *Spodoptera frugiperda* to *Steinernema feltiae*. *J Nematol*, 1988, 20: 91~95
- 3 Hassell M P, G C Varley. New inductive population model for insect parasites and its bearing on biological control. *Nature*, 1969, 223: 1133~1137
- 4 Holling C S. Some characteristics of simple type of predation and parasitism. *Can Entomol*, 1959, 91: 385~398
- 5 Kaya H K. Susceptibility of early larval stages of *Pseudaletia unipuncta* and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera; Nectuidae) to the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* (Rhabditida; Steinernematidae). *J Invertebr Pathol*, 1985, 46: 58~62
- 6 Kaya H K, B J Grieve. The nematode *Necaplectana carpocapsae* and the beet armyworm *Spodoptera exigua*; infectivity of prepupae and pupae in soil and of adults during emergence from soil. *J Invertebr Pathol*, 1982, 39: 192~197
- 7 Kaya H K, A H Hara. Differential susceptibility of Lepidopterous pupae to infection by the nematode *Necaplectana carpocapsae*. *J Invertebr Pathol*, 1980, 36: 389~393
- 8 Marquardt D W. An algorithm for Least-squares estimation of nonlinear parameters. *JSIAM*, 1963, 11 (2): 434~441
- 9 Molloy D, R Gaugler, H Jamnback. The pathogenicity of *Necaplectana carpocapsae* to blackly larvae. *J. Invertebr. Pathol*, 1980, 36: 302~306
- 10 Morris O N. Evaluation of the nematode, *Steinernema feltiae* Filipjev, for the control of the crucifer flea beetle. *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera; Chrysomelidae). *Can. Entomol*, 1987, 119: 95~105

INFECTIVITY OF THE NEMATODE, *Steinernema feltiae*, TO THE STRIPED FLEA BEETLE, *Phyllotreta striolata*

Wei Hongyi Wang Guohan Pang Xiongfei
(Department of Plant Protection)

Abstract In this paper, the relationship between the nematode, *Steinernema feltiae* (Filipjev) Agriotes strain and 3rd-instar larvae of the striped flea beetle, *Phyllotreta striolata* (Fabr.), was simulated with Hassell-varley model and Holling's functional response model. It showed that during 48 hours the maximum number of hosts that the nematodes could parasitize was 72 3rd-instar larvae under the most suitable condition; the interference constant of the nematodes was 0.2738. The results of host age susceptibility tests showed that susceptibility to the nematodes increased with age of the host.

Key words *Steinernema feltiae*; *Phyllotreta striolata*