

# 昆虫病原线虫利用的研究

## I. 我国北方蛴螬对昆虫病原线虫的敏感性

崔景岳\* 王宝升 苏 骏

张书芳

(河北省沧州地区农业科学研究所, 沧州, 061001)

(中国科学院动物研究所, 北京, 100080)

### 摘 要

在室内条件下, 利用昆虫病原线虫中的四个品系对我国北方主要蛴螬敏感性进行测定表明: *Steinernema glaser* NC34对暗黑金龟子*Holotrichia morosa*(Waterh)幼虫具有较高致病力, 2000~4000条/头致病率达到90.0~93.3%, *Steinernema* sp. NC513致病力稍差, *S. feltiae* Agriotos及*S. bibionis* Otis 更差。大黑金龟子对上述四个线虫品系均不敏感。研究表明, 线虫在土壤中可以自由移动寻找寄主, 与寄主接触48小时后即可使寄主发病。线虫在体内发育繁殖, 使寄主体内物质消耗殆尽, 表皮破裂后线虫进入土壤寻找新的寄主。6天之内即可在新寄主上寄生增殖, 形成新的传染病原。

**关键词** 蛴螬 昆虫病原线虫 敏感性

昆虫病原线虫是寄生在昆虫上的一种致病体。1918年 Glaser 和 Wilcox 就讨论过利用这种线虫来自然调节昆虫种群的可能性。二十年代初期已发现线虫广泛存在于昆虫种群中, 如1921年 Cobb 在加拿大东部和美国大部地区发现大约有20% 黄瓜叶甲被线虫侵害, 有12% 蝗虫含有线虫。但人为利用线虫控制害虫的设想和试验是近年发展起来的。

可用来使农林害虫致病的昆虫病原线虫的种群主要是新线虫属(*Neoplectana* spp.) 及异小杆属(*Heterorhabditis* spp.)。前者包括的种很多, DD-136即是一个很有应用前景的著名品系。五、六十年代应用DD-136线虫防治鳞翅目的螟蛾、夜蛾、羽蛾、小卷叶蛾和鞘翅目甲虫、象虫、金龟子均有不同程度的效果。

线虫对环境湿度的要求很高, 所以有些研究工作者 (H. D. Burges, R. J. Akhurst) 认为, 线虫宜于防治土栖害虫和钻蛀性害虫。近年来这方面文献很多, 澳大利亚的 R. A. Bedding (1981) 用 *Heterorhabditis heliothidis* 线虫防治葡萄黑象甲, 瑞典的 Albert E. Pye (1985) 用 *Neoplectana carpocapsae* 控制森林地区大杉象甲, 加拿大的 Guy BELAIR (1985) 用 *Steinernema feltiae* 等对胡萝卜象甲进行了敏感性测定, 美国的 D. K. Reed (1986) 用滴灌线虫法防治黄瓜叶甲。在防治地下害虫方面, 美国的 H. Harold

Toba (1982) 用 *Steinernema feltiae* 及 *S. glaseri* 对金针虫进行敏感性测定, Bradford M. R. Kard (1988) 用 *S. feltiae* 及 *H. heliothidis* 防治三种鳃金龟幼虫, David J. Shetler (1988) 用上述线虫防治日本金龟子幼虫。日本的 T. Kushida (1987) 用 *Steinernema* sp. 防治森林苗圃中多种金龟子幼虫。我国对线虫研究起步较晚, 1989年刘秀玲对广东蔗龟幼虫感染力进行测定, 杨怀文对北京小木蠹蛾的侵杂力也进行了研究。

蛴螬是我国地下害虫中的主要种群, 广泛分布于我国北方的暗黑、大黑、铜绿是其中的优势虫种, 每年发生面积在1.6亿亩以上, 因此是防治的主要对象。本文主要报道从中国农科院生防室引进的四个线虫品系对上述三种蛴螬致病性的研究结果。

## 材料和方法

供试线虫是从北京中国农科院生防室引进的四个品系:

- |                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1 <i>Steinernema</i> sp. NC513 | 2 <i>S. glaseri</i> NC34  |
| 3 <i>S. feltiae</i> Agriotos   | 4 <i>S. bobionis</i> Otio |

供试蛴螬是1989年9月在沧州市郊农田中采集的, 采到的蛴螬按虫种分别放在养虫箱内, 饲以小麦籽粒, 在室内20℃左右下贮存待用。镜检确认蛴螬种名为: 暗黑鳃金龟 *Holotrichia morosa* (Waterh.); 大黑鳃金龟 *Holotrichia oblita* (Fald.); 铜绿丽金龟 *Anomala corpulenta* (Motsch.)。

试验方法有两种:

1. 体表接触法 用洁净清水从线虫海绵载体中洗出线虫, 按规定剂量浓缩或稀释, 通过计数, 每头蛴螬体表接触量为1000、2000、4000条, 直接在蛴螬体表用毛笔涂抹, 对照组只涂抹清水。每个剂量处理健康蛴螬30头(大黑只20头), 处理后蛴螬分养在20×11cm养虫铝盒中, 盒中放置18%含水量的粘质壤土, 于28℃温箱中饲养, 分别在48和96小时后检查死亡率, 依据对照组自然死亡率统计矫正死亡率。

2. 土壤接触法 在体表接触法试验基础上选其最佳线虫品系和易感虫种进行土壤接触试验。为了了解线虫在土壤中的运动方式, 分别用三个方法加以证实, (1) 线虫混拌土壤, 按每克土含线虫500、1000、2000条剂量与土壤均匀混合后饲养蛴螬, 每个剂量处理45头虫;

(2) 土表施线虫, 将线虫浓悬液按每平方厘米土面10000、20000、30000条剂量施于上表, 蛴螬置于距土表下方5cm处, 每个处理15头虫; (3) 中心扩散法, 即在养虫盒底部接入15头蛴螬与足量饵料后覆土5cm, 将一头感染线虫致死的蛴螬放入土中心处。每个处理重复三次。

以上三种方法均设置对照组以校正自然死亡率。

## 结果与分析

结果表明, 四种线虫对三种蛴螬均有不同程度的感病率(见表1), *S. glaseri* NC34和 *S. sp.* NC513表现较好, 其中NC34对三种蛴螬矫正感病率为33.3~92.6%; NC513对暗

黑和铜绿两种蛭蟥感病率为25.9~77.8%，对华北大黑蛭蟥基本无效；*S. feltiae* Agriotor和*S. bibionis* Otio两种线虫对蛭蟥效果较差。

表1 蛭蟥对四种线虫敏感性试验结果 (死亡率%)

线虫种	处理时间 (小时)	暗 黑			铜 绿			华北大黑		对照 清水
		4000	2000	1000	4000	2000	1000	4000	1000	
<i>Steinernema glaseri</i>	48	90.0	76.6	56.6	13.3	20.0	23.3	30.0	10.0	10.0
NC34	96	90.0	93.3	80.0	36.6	43.3	40.0	40.0	15.0	10.0
<i>Steinernema</i> sp.	48	53.3	26.6	16.6	0	6.6	6.6	5.0	0	0
NC513	96	80.0	70.0	76.6	33.3	16.6	26.6	10.0	10.0	10.0
<i>Steinernema feltiae</i>	48	20.0	16.6	3.3	6.6	10.0	10.0	10.0	0	3.3
Agriotos	96	43.3	43.3	10.0	16.6	23.3	16.6	10.0	5.0	3.3
<i>Steinernema bibionis</i>	48	10.0	3.3	20.0	6.6	0	10.0	0	0	6.6
Otio	96	20.0	16.6	26.6	36.6	10.0	26.6	10.0	0	13.3

根据试验结果进一步分析(见图1~4)，在虫种方面以致病力最强的NC34线虫毒力

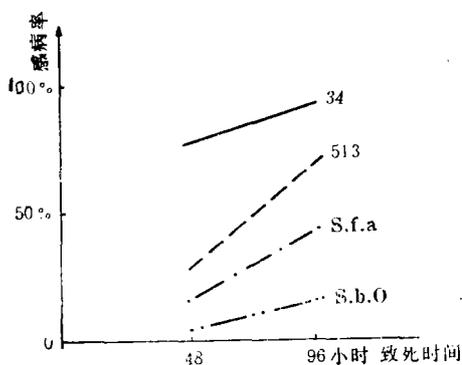


图1 不同线虫品系对暗黑的毒力比较

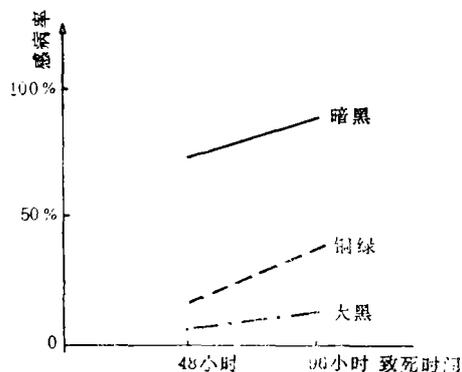


图2 不同虫种对NC34线虫毒力反应比较

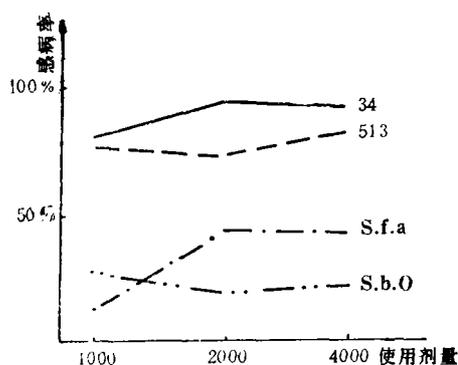


图3 不同线虫品系使用量对暗黑毒力比较

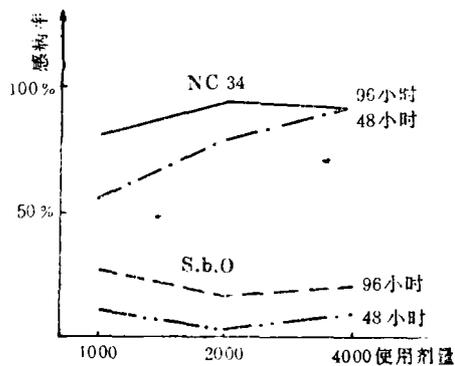


图4 线虫对暗黑致病速率比较

为最高标准；在暗黑、铜绿、大黑金龟子中，以暗黑的敏感性为最高，这与虫种体壁表皮构造有关，导致线虫侵入途径有别，造成了敏感性的差异。在线虫品系间致病力也有明显差异。以暗黑为试验材料进行比较，NC34显然比其它品系毒力大，即使在铜绿和大黑上也表现了同样趋势。在使用剂量方面，以暗黑为试材，三个剂量无明显差异，四个线虫的致病毒力线比较平缓。在致病速率上，以暗黑为试材，选用NC34及*S.b.O.*两个线虫品系作比较印证，在致病速率上48~96小时之间基本稳定下来，致病速率还是比较快的。

为进一步了解线虫在土壤中的实际活动方式，从而制定利用技术，对线虫在土壤中的移动和侵染情况作了试验（表2），将线虫混在土层内，以便使其直接接触蛭螭体表。结果表明，即使低剂量（500条/克·土）致病效果也很好。如果线虫不直接接触蛭螭，它们也可在土壤中自行移动寻找寄主，6天之内线虫可以移动到5cm之外，使健壮蛭螭感病。线虫在寄主体内的发育增殖能力也是提高它在土壤中感病力的关键。试验表明，一头感病蛭螭能在6天之内使10cm以外的健壮蛭螭感病。说明线虫在土壤中能自然增殖以扩大感染范围。

表2 线虫在土中侵染蛭螭试验

项 目	线虫混土感病试验				土表线虫感病试验				中心按线虫扩散侵染			
	500/克	1000/克	2000/克	对照	1万/cm <sup>2</sup>	2万/cm <sup>2</sup>	3万/cm <sup>2</sup>	对照	处理I	处理II	处理III	对照
病死亡率(%)	100	100	100	8.9	93.3	93.3	100	0	53.3	60.0	93.3	0

## 讨 论

Glaser (1932) 曾用格式线虫防治牧草地日本金龟子幼虫，使线虫定居下来，害虫大量死亡。自此以后，Hoy(1955)和Reed (1967) 等人陆续进行了蛭螭防治试验，效果并不稳定。近年来随着对线虫研究的不断深入，防治成功事例不断增多。土壤是一个特殊的生态型，有其稳定的温、湿度及酸碱度等环境条件，是生物适应生长的良好场所。线虫要求较高的水分、土壤温度变化相对稳定、寄主相当丰富的条件。我们的试验表明，暗黑金龟子幼虫对线虫敏感，线虫能在土壤中自行移动，染病寄主可以自繁增殖，引起线虫病流行。这些均为利用线虫防治蛭螭提供了可能性。

蛭螭是土壤中一个大的生物体群。我国的优势虫种有二十余个，北方的暗黑、大黑和铜绿三大虫种是蛭螭种群的主体。我们的试验表明，NC34对暗黑有较高的致病力，但对大黑、铜绿并不理想，说明线虫特异性能很强。Kard (1988) 在美国北卡罗来纳州试验的虫种属于*Phylloplaga*属，与我国暗黑所在的*Holotrichia*属血缘很近。Kushida(1987) 在日本静冈县试验的虫种属于*Anomala*属，与我国铜绿同属。据此推测，我国大黑、铜绿等优势虫种群体中必然有自然患病蛭螭。因此应大力寻找和采集我国蛭螭体上自然寄生的线虫，筛选出对我国北方蛭螭具有较高致病力的良好线虫新品系，为开展线虫应用打下基础。

## 参 考 文 献

- [1] Albert E. Pye: Different applications of the insect parasitic nematode Neoplectana carpocapsae to control the large pine weevil Hyllobius abietis, Nematologica, 1985 (31): 109—116
- [2] Bedding, R. A.: Use of a nematode, Heterorhabditis heliothidis, to control black vine weevil Otiorynchus sulcatus in potted plants. Ann. App. Biol., 1981 (99): 211—216
- [3] Guy Belair: Susceptibility of the carrot weevil (Coleoptera: Curculionidae) to Steinernema feltiae, S. bibionis and Heterorhabditis heliothidis. Journal of Nematology, 17 (3) 1985: 363—336.
- [4] Harold, H.: Susceptibility of the Colorado potato and the Sugarbeet wireworm to Steinernema feltiae and S. glaseri, Journal of Nematology, 15 (4) 1983: 597—601.
- [5] Reed, D.K.: Introduction of entomogenous nematodes into trickle irrigation systems to control striped cucumber beetle (Coleoptera: Chrysomelidae), J. Econ. Entomol., 1986 (79): 1330—1333
- [6] Bradford, M.R. Kard: Field suppression of three white grub species (Coleoptera: Scarabaeidae) by the entomogenous nematodes, Steinernema feltiae and Heterorhabditis heliothidis, J. Econ. Entomol., 81 (4) 1988: 1033—1039
- [7] David, J. Shetler: Irrigation and use of entomogenous nematodes, Neoplectana spp. and Heterorhabditis heliothidis (Rhabditida, Steinernematidae and Heterorhabditidae), for control of Japanese Beetle (Coleoptera: Scarabacidae) grubs in Turfgrass, J. Econ. Entomol., 81 (5) 1988: 1318—1322

## A. Study on the Utilization of Entomogenous Nematodes

### I. Susceptibility of White Grubs in Northern Part of China to Entomogenous Nematode

Cui Jingyue    Wang Baosheng    Su Jun

(Cangzhou Prefecture Institute of Agricultural Sciences, Cangzhou,  
Hebei Province)

Zhang Shufang

(Institute of Zoology, Academia Sinica, Beijing)

#### Abstract

The susceptibility of main species of white grubs in northern part of China to four strains of entomogenous nematodes was observed in the laboratory. The result indicated that *Holotrichia morosa* Waterh was susceptible to *Steinernema glaseri* NC34, and the morbidity would be 90.0—93.3% when the nematodes/grubs ratio in population was 2000-4000:1. The test also showed that the infecting potential of *Steinernema* sp. NC513 was a little less strong and that of *S. feltiae* Agriotos and of *S. bibionis* was still less. *Holotrichia oblita* (Fald.) was not susceptible to above four strains of nematodes. It was found that the nematodes was able to independently move and seek hosts in soil. The hosts could be infected after contact with the entomogenous nematodes for 48 h. The nematodes developed and reproduced in the host body, depending on uptake of nutrients from its host, and when the host-grub skin was broken up, they would get into the soil again and seek new host.

**Key words:** White grub; Entomogenous nematode; Susceptibility