

昆虫病原线虫防治拟木蠹蛾和 天牛幼虫的研究

罗启浩 谭常青 陈志凌 李志勇 李小林

(华南农业大学园艺系, 广州, 510642)

摘要 通过对斯氏线虫科 *Steinernematidae* 的 *Steinernema carpocapsae* A 24 品系及 *S. caudatum* 连续两年室内及 20 hm² 田间多点试验的研究结果表明: 这两种昆虫病原线虫对钻蛀为害多种果树、林木、花卉的荔枝拟木蠹蛾 *Lepidarbela dea*、龟背天牛 *Aristobia testudo* 和光盾绿天牛 *Chelidonium argentatum* 幼虫具有明显的防治效果。A 24 线虫能对钻蛀性害虫作寻向移动, 日平均水平移动距离(4.03±0.72)cm, 进入害虫体内 2~3 d 可导致害虫死亡。线虫在虫尸内能够繁殖, 在 14~23℃、相对湿度 85%~95% 的室内条件下, 每一个生活史周期 6~8 d, 其后代可继续找寻并攻击新目标。海绵吸附法田间施放昆虫病原线虫新技术, 具有安全、高效、简单、易行的特点。

关键词 生物防治; 斯氏线虫科; 荔枝拟木蠹蛾; 龟背天牛; 光盾绿天牛; 海绵吸附法
中图分类号 S 476.15

天牛科 *Cerambycidae* 和拟木蠹蛾科 *Metarbelidae* 幼虫是严重为害多种果树、林木、花卉的钻蛀性害虫, 它们蛀食寄主植物枝干的木质部, 形成蛀道, 被害植株轻者造成枯枝, 易遭风折或被其它病菌侵害, 使树势衰弱; 重者可导致植物整株死亡。我国应用昆虫病原线虫防治钻蛀性害虫虽曾有报导(沈金定等, 1985; 杨怀文等, 1989; 徐洁莲等, 1992; 1995)。但施放时所采用的线虫悬浮液注射法缺点较多, 在田间实际操作有较大困难。作者通过室内和田间试验表明, 在线虫用量相同(2 000~4 000 条/头虫)的条件下, 采用海绵吸附法技术施放线虫, 不仅能取得注射法相似的良好防治效果, 而且使用方法简单易行, 比注射法工效提高 10 倍以上, 很适合在生产上推广应用。

1 材料与方法

1.1 材料

Steinernema carpocapsae A 24 品系的侵染期(L₃)线虫由广东省昆虫研究所提供; *S. caudatum* 的侵染期线虫以大蜡螟幼虫作寄主繁殖获得, 由华南农业大学植保系提供。每次试验前均用双目镜检查线虫的存活率, 并计算其实际的施放量。

田间试验地点分别设在华南农业大学荔校园、华南农业大学校园绿化带、广东省东莞市篁村区西平水库荔校园、广州军区增城万田果场、深圳市排水管理处大院绿化带等, 试区合计面积约 20 余 hm², 寄主植物有荔枝 *Litchi chinensis*、龙眼 *Euphoria longana*、木棉 *Gossampinus malabaricum*、黄皮 *Clausena lansium*、九里香 *Murrercya paniculata*。供试害

1996-04-26 收稿 罗启浩, 男, 57 岁, 副教授

虫有荔枝拟木蠹蛾幼虫、龟背天牛幼虫、光盾绿天牛幼虫,均为高龄幼虫。

1.2 试验方法

1.2.1 室内试验方法 线虫侵染试验:小心剖开被害枝条蛀道,暴露虫体,用每 mL 含 1 000 头的线虫悬浮液 1 mL,直接点滴在拟木蠹蛾或天牛幼虫的身体上,重新将蛀道扎好,置于培养皿内,定时检查、记录发病及死亡时间,并注意观察死虫形态、色泽或其它变化特征。数天后解剖虫尸置双目镜下检查线虫在害虫体内的繁殖情况,统计线虫侵染害虫的致死时间及 A24 品系线虫的世代周期。

线虫寻向移动速度试验:小心纵剖有荔枝拟木蠹蛾幼虫寄生的木棉枝条(绝不能损伤虫体!)用吸附有 A24 线虫悬浮液的泡沫海绵块堵塞蛀道口,然后将剖开的枝条重新合拢,两端用尼龙纱网及橡皮圈扎紧后平放,置常温下。每天松开捆绑后用双目镜检查两次,并测量线虫向拟木蠹蛾幼虫方向移动的距离,统计线虫侵染移动的速度。

1.2.2 田间试验方法 注射法:以医用注射器吸取 2 mL 线虫悬浮液(每 mL 含侵染期的线虫 1 000~2 000 头)从拟木蠹蛾幼虫的蛀道口,或龟背天牛、光盾绿天牛幼虫蛀道的下方倒数第 2 个排粪孔注入。对照组注入等量的清水。

海绵吸附法:将干燥泡沫海绵剪成 $1\sim 1.5\text{ cm}^3$ 的小块,浸渍在已知密度的线虫悬浮液中,让其充分吸湿后塞入木蠹蛾幼虫蛀道口或天牛幼虫排粪孔口(经测定, 1 cm^3 干海绵能吸收 $1.7\sim 2.0\text{ mL}$ 线虫悬浮液),每块海绵吸附的线虫量为 2 000~4 000 头。对照组塞入吸附清水的海绵。

无论使用何种方法,施放线虫后均彻底清除拟木蠹蛾幼虫在树皮上的隧道,或天牛幼虫蛀道上排粪孔口及地面上的虫粪、木屑。15~30 d 后检查,凡枝干上重新形成隧道或见有蛹壳者,或排粪孔口发现有新鲜虫粪、木屑者均视为活虫,否则判断为死虫。



图1 在荔枝拟木蠹蛾幼虫体内(胸部)大量繁殖的 A24 侵染期(L_3)线虫(放大 18 倍)

2 试验结果

2.1 室内试验结果

室内接种试验表明, *S. carpocapsae* A24 和 *S. caudatum* 均能侵染荔枝拟木蠹蛾及龟背天牛幼虫, 感染后的幼虫变得呆滞, 通常 2~5 d 内死亡(见表 1)。死亡后的虫体变软, 但无臭味, 体表色泽亦基本不变。在温度 16~25℃(平均 17.6℃)、RH95%以上的保湿条件下, 经过一定时间后解剖虫尸, 均可发现大量线虫(图 1)。其中, 寄生在荔枝拟木蠹蛾幼虫体内的 A24 线虫整个生活史周期(包括两个世代)约 6~8 d。作者用后代侵染期幼虫(L₃)作再侵染试验, 可获得同样的致死效果。

相对而言, *S. carpocapsae* A24 致死时间较快, 这可能是与这种线虫的体型较细, 入侵寄主活动能力较强, 其共生菌的毒性较大有关。

表 1 室内接种线虫侵染拟木蠹蛾、天牛幼虫的试验(广州)

害虫种类	试验日期	<i>Steinernema carpocapsae</i> A24		<i>Steinernema caudatum</i>	
		接种虫数	致死时间/ h	接种虫数	致死时间/ h
龟背天牛	1993—03	5	24~48	6	72~144
	1994—03	8	12~48	8	24~144
荔枝拟木蠹蛾	1993—03	6	48~60	8	72~120
	1994—12	6	32~48	—	—

线虫是一种微小的蠕形动物, 其生存和活动能力受环境温、湿度的影响是很大的, 因此了解线虫对“猎物”攻击时的移动速度很有必要。这不仅可以推测线虫对“猎物”的致死时间, 而且有助于人们推断某种线虫实际应用的可行性。为此, 设计了侵染期线虫寻向移动速度的试验。结果表明, 在 19~23℃、RH 70%~80%的环境条件下, A24 线虫在木棉树的拟木蠹蛾幼虫蛀道内每天水平移动的平均距离为(4.03±0.72)cm。据剖检实测, 拟木蠹蛾为害荔枝的蛀道长度为(9.28±4.42)cm。因此, 在蛀道口施放线虫后到达害虫身体所需的时间在理论上是 2~4 d。实际上, 由于施药时(无论注射法或海绵吸附法)线虫悬液都必定会沿蛀道往下流, 因此接触虫体所经历的时间将更短(见表 2)。

表 2 A24 线虫在蛀道内寻向移动的距离

时间/h	试 虫 序 号							$\bar{x} \pm SD$
	1	2	3	4	5	6	7	
32	5.8	5.1	4.5	5.3	7.2	4.3	5.4	5.37±0.96
72	7.0	9.1 ¹⁾	5.3	7.3 ¹⁾	10.2 ¹⁾	8.4	7.5	7.83±1.58
120	8.0 ¹⁾		6.0 ¹⁾			16.0 ¹⁾	10.0 ¹⁾	10.00±4.32

1) 表示该虫已感染线虫死亡

2.2 大田试验结果

在广州、增城、东莞、深圳等地果园历期两年田间多点试验的结果表明, 采用注射法或

海绵吸附法向每头害虫的蛀道施放 *S. carpocapsae* A24 或 *S. caudatum* 侵染期的线虫 2 000~4 000 头,对防治荔枝拟木蠹蛾、龟背天牛、光盾绿天牛等中、高龄幼虫均有一定的防治效果。其中,A24 线虫对拟木蠹蛾幼虫的效果尤为显著,校正死亡率高达 89.9%~100%;龟背天牛幼虫的校正死亡率 82.5%~97.3%;光盾绿天牛幼虫的校正死亡率 83.5%~87%。(见表 3)。

表 3 两种线虫对荔枝拟木蠹蛾和天牛幼虫的大田防治效果

线虫	害虫	作物	试验地点	试验日期	处理方法	处理虫数	死亡虫数	死亡率 / (%)	校正死亡率 / (%)
<i>S. carpocapsae</i> A 24	荔枝拟木蠹蛾	荔枝	广州华南农业大学	1993—03	注射法	15	15	100	100
					清水对照	6	0	0	
				1993—09	注射法	22	20	90.9	89.9
					清水对照	10	1	10.0	
		荔枝	东莞篁村	1993—04	注射法	38	38	100	100
					清水对照	17	0	0	
		龙眼	增城万田	1994—10	海绵吸附法	18	18	100	100
					清水对照	11	0	0	
		木棉	广州华南农业大学	1994—10	海绵吸附法	21	21	100	100
					清水对照	11	1	9.1	
				1994—11	海绵吸附法	24	24	100	100
	龟背天牛	荔枝	广州华南农业大学	1993—03	法射法	13	11	84.6	84.6
					清水对照	10	0	0	
				1994—05	注射法	46	45	97.8	97.3
					海绵吸附法	14	12	85.7	82.5
		黄皮	增城万田	1993—12	注射法	20	17	85.0	83.5
					清水对照	11	1	9.1	
<i>S. caudatum</i>	光盾绿天牛	九里香	深圳	1993—12	注射法	23	20	87.0	87.0
					清水对照	11	0	0	
	荔枝拟木蠹蛾	荔枝	广州华南农业大学	1993—03	注射法	8	8	100	100
					清水对照	4	0	0	
	龟背天牛	荔枝	广州华南农业大学	1993—03	注射法	9	6	66.7	66.7
					清水对照	10	0	0	

3 分析与讨论

拟木蠹蛾、天牛幼虫是多种果树、林木、花卉的严重害虫,长期以来只能沿用截枝、钩

杀等较原始的“外科”手段,既费时、费工,又难以奏效。而使用高浓度的敌敌畏、乐果灌洞虽能奏效,但会灼伤木质部而妨碍蛀道的愈合,更为严重的是会影响施药者的健康、污染果园生态环境(罗启浩等,1995)。近年来,国内外利用昆虫病原线虫防治钻蛀害虫的研究取得了一定的进展,前景确实诱人。纵观有关报导(沈金定等,1985;杨怀文等,1989;徐洁莲等,1992;1995;Bedding et al,1981;Lindgren et al,1981),在田间以植物钻蛀性害虫为靶标,施放昆虫病原线虫的方法主要有喷雾法和注射法,前者效果受环境温湿度、降雨及日照强度等影响很大,后者虽然有可能获得较好的防治效果,但作者在实践中觉得这种方法至少有两个严重缺点:首先是在操作期间,注射器的针尖常被蛀道内的虫粪、木屑堵塞,影响操作,极为不便。其次,对于有多个排粪孔的天牛类幼虫,注射在蛀道内的线虫悬浮液往往很易流失,因而影响防治效果。为了探索大田施放线虫的最佳方法,经过反复试验研究,作者采用“海绵吸附法”:将干燥的泡沫海绵块裁剪成一定体积的小块,投入已知密度的线虫悬浮液中,让其吸附定量的线虫液后,用镊子塞入害虫的蛀道口,操作便告完成。由于线虫从海绵块缓缓逸出,并主动向害虫移动,因此可以避免注射时线虫液的流失,而且海绵块的保湿能力强,使蛀道内的湿度增大,有利于保持病原线虫的活力。经新复极差法检验,海绵吸附法与注射法的防治效果无显著差异,但其田间施放线虫的工作效率却能提高 10 倍以上。

研究显示,田间应用病原线虫防治荔枝拟木蠹蛾幼虫比对龟背天牛幼虫的效果好,见效快。这是因为木蠹蛾的蛀道短而直,仅 (9.28 ± 4.42) cm,而龟背天牛幼虫的蛀道长 (58.50 ± 32.01) cm。另外,荔枝拟木蠹蛾幼虫在晚上常从蛀道口爬出隧道啃食树皮,这也是比天牛幼虫更容易感染线虫的原因。

经大量剖查龟背天牛蛀道发现,害虫常匿藏于蛀道的最后两个排粪孔之间,所以无论是实施注射抑或塞入海绵,均应处理蛀道的倒数第 2 个粪孔为佳。

病原线虫 *S. caudatum* 是华南农业大学王国汉、许再福 1991 年在华南地区发现的新种(许再福等,1991)。从室内外试验的初步结果看来,对荔枝拟木蠹蛾幼虫的致死率达 100%,对龟背天牛亦有一定的效果。此外,室内接种还发现对菜粉蝶 *Pieris rapae* 的高龄幼虫,红脚丽金龟 *Anomala cupripes* 和中华鳃金龟 *Holotrichia sinensis* 的高龄幼虫均有侵染致死的效果,亦可以在这些害虫体内繁殖新的世代。继续开展这个新种的研究,对充实我国昆虫病原线虫资源无疑具有一定的价值。

致谢 本研究承蒙王国汉教授热情指导并审阅全文,广东省昆虫研究所提供 A24 线虫,于此一并致谢。

参 考 文 献

- 沈金定,韩翠英. 1985. 应用 DD-136 防治脊胸天牛的初步研究. 昆虫天敌, 7(1): 28~29
- 杨怀文,张刚应,张善稿,等. 1989. 芜菁夜蛾线虫对小木蠹蛾侵染能力的研究. 生物防治通报, 5(3): 93~100
- 徐洁莲,杨平. 1992. 应用苹果蠹蛾线虫防治荔枝拟木蠹蛾的研究. 植物保护学报, 19(3): 217~222
- 徐洁莲,韩日晔,刘秀玲,等. 1995. 应用苹果蠹蛾线虫防治荔枝龟背天牛幼虫的研究. 植物保护学报, 22(1): 12~16
- 许再福,王国汉,李小峰. 1991. 斯氏线虫属一新种(小杆目,斯氏线虫科). 动物学研究, 12(1): 17~

20

- 罗启浩, 李志勇, 李小林. 1995. 克牛灵防治天牛、拟木蠹蛾药效试验. 广东农业科学, (1): 40~42
- Bedding R A, Miller L A. 1981. Disinfesting blackcurrant cuttings of *Synanthedon tipuliformis*, using the insect Parasitic nematode, *Neoplectana bibionis*. Environ Entomol, 10(4): 449~453
- Lindgren J E, Yamashita T T, Barnett W W. 1981. Parasitic nematode may control carpenterworm in fig trees. California Agriculture, 35(1~2): 25~26

A STUDY ON BIOLOGICAL CONTROL OF LITCHIPARA—STEM BORER(*Metarbelidae*) AND LONGICORN BEETLE (*Cerambycidae*) BY NEMATODES

Luo Qihao Tan Changqing Chen Zhiling Li Zhiyong Li Xiaolin
(Dept. of Horticulture, South China Agr. Univ., Guangzhou, 510642)

Abstract

The results in two—year experiments consecutively both in laboratory and field showed that two species of entomopathogenic nematodes *Steinernema carpocapsae* A24 and *Steinernema caudatum* were conspicuously effective in controlling the larvae of *Lepidarbela dea*, *Aristobia testudo* and *chelidonium argentatum* in fruit trees, forest trees and flower plants. It was observed that Nematodes A24 had the ability of tracing the stem—borer by moving horizontally to a distance of (4.03 ± 0.72) cm per day. Then the nematodes penetrated into the larvae and killed them in 2 to 3 days. The nematodes could propagate themselves inside the corpses of the dead larvae. Under conditions of 14 to 23 °C and 85 % ~ 95 % Relative Humidity, the life cycle of the nematodes was 6 to 8 days. Then the progeny of the nematodes could continue to trace and attack other new pests. In this experiment a new technique called Sponge Adhesion Method was to be introduced to set free the entomopathogenic nematodes in the field. This method was proved to be a simple, safe and sound, highly effective as well as convenient in enforcement.

Key words biological control; *Steinernematidae*; *Lepidarbela dea*; *Aristobia testudo*; *Chelidonium argentatum*; sponge adhesion method