

应用昆虫病原线虫防治杏园桃红颈天牛<sup>\*</sup>

刘奇志  
 ( 中国农业大学植保系,  
 北京 100094)

王玉柱  
 (北京市农林科学院  
 林业果树研究所)

周海鹰  
 ( 北京农业大学  
 中心实验室)

摘 要 对昆虫病原线虫的 3 个品系, 4 个浓度防治杏树上的桃红颈天牛进行了研究。结果表明: 线虫施用 1 个月的效果达 58. 3% ~ 100%; 施用后翌年的追踪效果 4/ 5 以上的观察虫洞达 100%。经方差分析, 各品系间对天牛幼虫的侵染效果无显著差异; 各浓度间有差异, 即 30000 条/ ml 和 40000 条/ ml 浓度间达到极显著差异水平( 1% ); 30000 条/ ml 和 50000 条/ ml 间达到 5% 差异显著水平; 40000 条/ ml 和 50000 条/ ml 间无差异。因此, 应用昆虫病原线虫防治桃红颈天牛是一条有效的新途径, 而且 40000 条/ ml 浓度可作为果园推广使用浓度。

关键词 昆虫病原线虫 桃红颈天牛 杏 生物防治

据 1991 年的不完全统计, 仅北京市核果类果树发展面积近 20 万亩, 一旦进入结果树龄, 约有 7 ~ 10 万亩果树被桃红颈天牛危害, 严重者接近 100%。用药棉、药片堵洞, 不但对操作人员伤害太大, 而且造成果实污染。昆虫病原线虫具有理想的生物防治因子的大多数特性<sup>[1, 6, 8]</sup>, 毒力强, 杀伤迅速, 主动寻找寄主, 追杀隐蔽性害虫, 安全可靠, 价格低廉等<sup>[1, 5, 6, 8]</sup>。据报道, 用昆虫病原线虫防治小木蠹蛾, 比用化学农药降低费用 1/ 3<sup>[5]</sup>。为了探索病原线虫对桃红颈天牛的应用前景<sup>[4]</sup>, 为综合防治( IPM) 体系提供有效的生物防治因子, 本研究进行了侵染效果、侵染浓度等方面的研究, 力图达到有效防治桃红颈天牛的目的。

1 材料和方法

1. 1 试验用虫

斯氏线虫 *Steinernema* sp. Beijing 品系, 苹果蠹蛾线虫 *S carpocapsae* Agriotose 品系及 Mex - kapow 品系( 简称 MK 品系)。桃红颈天牛 *Aromia bungii* Faldermann( 在杏树危害蛀道内)。

1. 2 试验用地

延庆县香营乡杏树园。

1. 3 试验方法

1995—06—15 收稿。  
<sup>\*</sup> 本研究为瑞典国际科学基金及北京市林业局资助课题的部分内容。

1993~1994 年在该园龙王帽杏树品种上选取被桃红颈天牛危害严重的树 100 株, 不进行其它防治。标记有大量虫粪排出的洞口, 将虫粪适量钩出, 用洗瓶分别注入不同品系、不同浓度的线虫悬液于不同洞口中, 直至悬液溢出为止。斯氏线虫 Beijing 品系有 4 个处理浓度, 分别为 20000 条/ml、30000 条/ml、40000 条/ml、50000 条/ml; Agriotose 品系有 3 个处理浓度, 分别为 30000 条/ml、40000 条/ml、50000 条/ml; MK 品系有 3 个处理浓度, 分别为 30000 条/ml、40000 条/ml、45000 条/ml。每处理 24 个虫洞( 每洞内 1 头天牛幼虫)。对照注入清水, 10 个虫洞( 即 10 头天牛幼虫)。注入线虫或清水后, 清除洞下虫粪, 每周观察记录洞口有无虫粪, 以无虫粪排除作为有效, 每次观察记录后清除虫粪。4 周后( 当年) 观察侵染结果, 8 个月后( 次年幼虫危害期) 继续逐日调查 45 天。

2 结果与分析

2.1 不同品系线虫对桃红颈天牛侵染效果

昆虫病原线虫对寄主既有广谱性, 又有专一性<sup>[5]</sup>, 每种线虫既有广泛的寄主, 又有较专一的偏嗜寄主。为找出侵染( 偏嗜) 桃红颈天牛的最佳线虫品系, 本研究选用了 3 个品系对桃红颈天牛幼虫进行田间侵染力研究。调查结果如表 1。

表 1 昆虫病原线虫侵染桃红颈天牛幼虫调查 (1993. 9~10 月, 延庆)

线虫品系	线虫浓度 (条/ml)	供试天牛 幼虫数(头)	有 效 率(%) (无 虫 粪)			
			7d	14d	21d	28d
Beijing	2 万	24	37. 5 ( 30. 0)* *	33. 3 ( 16. 6)	62. 5 ( 62. 5)	62. 5 ( 58. 3)
	3 万	24	45. 8 (38. 9)	58. 3 ( 47. 9)	75. 0 ( 75. 0)	75. 0 ( 72. 2)
	4 万	24	100. 0	100. 0	83. 3 ( 83. 3)	87. 5 ( 86. 1)
	5 万	24	54. 2 ( 49. 1)	70. 8 ( 63. 5)	79. 2 ( 79. 2)	79. 2 ( 76. 9)
	Agriotose	24	50. 0 ( 44. 4)	41. 7 ( 27. 1)	79. 2 ( 79. 2)	79. 2 ( 76. 9)
Agriotose	3 万	24	95. 8 ( 95. 3)	83. 3 ( 79. 1)	83. 3 ( 83. 3)	87. 5 ( 86. 1)
	4 万	24	75. 0 ( 72. 2)	75. 0 ( 68. 8)	75. 0 ( 75. 0)	75. 0 ( 72. 2)
	5 万	24	66. 7 ( 63. 0)	75. 0 ( 68. 8)	79. 2 ( 79. 2)	79. 2 ( 76. 9)
Mex-Kapow (MK)	3 万	24	100. 0	100. 0	100. 0	100. 0
	4 万*	24	100. 0	100. 0	100. 0	100. 0
	4. 5 万*	24	100. 0	100. 0	100. 0	100. 0
ck( 对照)	0	10	10. 0	20. 0	0. 0	10. 0

\* 40000条/ml及45000条/ml两处理的施线虫方法不同于其它处理, 即施线虫前用刀挖除洞内虫粪, 至见到洞内幼虫止。  
\* \* 括号内数据为校正有效率。

从表 1 看出: 供试 3 个品系线虫对桃红颈天牛幼虫的侵染力都很高。从施用线虫后 28 天调查结果的校正有效率来看, 所有处理均比对照( 10%) 高, 除 Beijing 品系 20000 条/ml 处理

的校正有效率为 58.3% 外, 其余各处理均在 72.2% 以上。对表 1 进行方差分析(表 2), 从中看出各线虫品系间有效侵染率无统计学差异, 但与对照相比有明显差异。故供试 3 个品系均可作为防治桃红颈天牛的生物防治制剂。

表 2 3 个线虫品系侵染桃红颈天牛方差分析结果

变异来源	DF	SS	MS	F	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
线虫品系间	2	122.9	61.5	1.3	5.14	10.92
品系内各浓度间	6	274.2	45.5	8.3	2.46	3.56
浓度内各观察值间	27	149.5	5.5			
总 变 异	36	546.6				

通过表 1 还可以看出, 线虫施用后并不一定是线虫侵染时间越长有效率越高, 如 Beijing 品系 40000 条/ ml 浓度处理, 施用后第 7 天和第 14 天的侵染率皆为 100%, 而第 21 天的侵染率降至 83.3%, 第 28 天(约 1 个月) 侵染率又有所回升, 但未达到初始的 100%。分析其原因可能是天牛幼虫刚被线虫寄生后, 体内免疫系统急于围攻外来之物, 使得幼虫处于感病阶段, 失去了正常进食及代谢, 因而没有粪便排除, 3 周后, 一部分个体抵抗住了“疾病”, 又逐渐恢复了进食与代谢, 但 4 周后, 由于已侵入的线虫在天牛幼虫体内的大量繁殖, 使“病情”加剧, 又不正常排粪, 或已死亡。

表 1 的结果是在供试杏园 9 ~ 10 月份田间进行的, 此时, 桃红颈天牛已近越冬, 代谢迟缓, 排粪频率降低。为消除由于临近越冬天牛排粪减少而对侵染效果调查的影响, 本研究在翌年自幼虫危害期至成虫发生期, 连续调查 45 天, 调查结果详见表 3。

表 3 桃红颈天牛幼虫洞外有虫粪率统计(%)<sup>\*</sup>  
(1994, 5, 1 ~ 6, 15, 延庆)

线虫品系	Beijing			Agriotose			M K		ck(对照)	
	3 万	4 万	5 万	3 万	4 万	5 万	3 万	4 万	4.5 万	0
线虫浓度(条/ml)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	10
供试虫数(头)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	10
调 查 日 期 月 日	5.1	0	0	0	0	0	0	0	0	40
	5.5	0	0	0	0	0	0	0	20.8	60
	5.3	0	0	16.7	0	0	0	0	20.8	90
	5.13	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	5.17	0	0	0	0	0	0	0	0	90
	5.21	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	5.25	0	0	16.7	0	0	12.5	0	0	80
	5.29	0	0	16.7	0	0	12.5	0	20.8	100
	6.2	0	0	16.7	0	0	12.5	0	20.8	100
	6.6	0	0	25.0	0	0	12.5	0	20.8	90
	6.10	0	0	25.0	0	0	12.5	0	20.8	80
	6.14	0	0	16.7	0	0	12.5	0	0	100
	6.15	0	0	25.0	0	0	12.5	0	20.8	100

注: 本表与逐日统计结果基本一致, 故不赘述逐日统计结果。

设表3数据为有虫粪百分率为X, 线虫对天牛幼虫的有效率为Y, 则Y(%)= 100- X(%)。从表 3 可看出, 供试 3 个品系线虫对天牛的侵染率仍很高, 有效率在 75% ~ 100% 之间,

其中有效率在 100% 的占总统计数的 81.2%, 这说明 3 个线虫品系对桃红颈天牛均有较高的侵染力, 可作为防治桃红颈天牛的生物制剂。

2.2 不同线虫施用浓度对桃红颈天牛的影响

昆虫病原线虫也象其它生物种群一样, 其种群密度对种群内的每一个个体的生长、繁殖及寻找寄主都有很大的影响。本研究结果(表 1, 表 3) 表明各品系 30000 条/ml 以上密度的各处理效果均在 72.2% ~ 100% 之间。经方差分析(表 2), 不同线虫品系各浓度(密度) 间差异极显著。经过进一步多重比较(表 4) 可以看出, 40000 条/ml 与 50000 条/ml 间无统计学差异;

表 4 3 个品系线虫浓度对天牛幼虫侵染的差异显著性

Duncan 式测验			浓度 (条/ml)	平均数	差异显著性	
P	2	3			5%	1%
SSR <sub>0.05</sub>	2.9	3.1	4 万	22.42	a	A
SSR <sub>0.01</sub>	3.9	4.1				
LSR <sub>0.05</sub>	3.4	3.6	5 万	19.67	a	AB
LSR <sub>0.01</sub>	4.6	4.8	3 万	16.08	b	B

40000 条/ml 与 30000 条/ml 间有极显著差异; 50000 条/ml 和 30000 条/ml 在 5% 水平上有差异。Beijing 品系的 20000 条/ml 浓度在施用 4 周后校正有效率也达 58.3%。从表中也可看出并不是每个品系施用的密度越大, 线虫对天牛的侵染力越高, 其原因可能是种群密度制约因素, 密度太大制约着个体的正常发育, 进而影响种群的侵染力。

3 讨论

昆虫病原线虫作为生物防治制剂能防治一般化学农药或寄生蜂难以奏效的钻心虫、蛀道虫、卷叶虫等, 并且不污染环境。国内外对昆虫病原线虫的研究及用其防治农作物害虫的研究越来越深入广泛<sup>[1, 2, 4~8]</sup>, 已有许多成功的例子, 如幼虫期生活在土壤中的害虫, 桃小食心虫、李实蜂<sup>[2, 3, 7]</sup>; 蛀干害虫, 小木蠹蛾、桑天牛、透翅蛾等, 虽然蛀干害虫幼虫期所处的特殊环境条件给应用线虫防治造成了一定困难, 但国内外均有成功的报道<sup>[6, 8]</sup>。

桃红颈天牛幼虫作为蛀干害虫, 与其它蛀干害虫相比虫道更为复杂, 且虫道各不相通, 一道内只有一头幼虫, 这给高效防治带来了困难。但该天牛初孵化时幼虫在韧皮部危害, 翌年才钻至木质部, 虫道由下朝上, 危害至髓部后, 幼虫返过头来由上往下蛀道。因此, 用线虫防治桃红颈天牛, 应抓住孵化时的关键时期, 这时期蛀道简单, 防治最为有效。幼虫危害木质部后, 只要蛀道内有木屑, 施用线虫方法得当, 防治也有较好效果。本研究的试验结果包括昆虫病原线虫对桃红颈天牛各龄期幼虫的防治效果。结果显示, 昆虫病原线虫对各龄期桃红颈天牛幼虫的防治都有效, 这使得昆虫病原线虫防治桃红颈天牛成为可能。

本研究供试的 3 个品系昆虫病原线虫在蛀道内寻找寄主、移动速度、移动速度与蛀道内木屑湿度的关系、线虫的移动是否有朝向寄主的方向性、线虫寄生桃红颈天牛幼虫致死时间以及所需线虫致死量等都有待进一步研究。

## 参 考 文 献

- 1 刘奇志. 生物防治新制剂——昆虫病原线虫. 世界农业, 1993, 174( 10): 33
- 2 刘奇志. 斯氏线虫 CB-2Y 品系对李实蜂侵染力初报. 植物保护, 1993, 19( 2): 26 ~ 27
- 3 刘奇志. 斯氏线虫 CB-2Y 品系对李实蜂的侵染实验. 昆虫天敌, 1993, 15( 2): 84 ~ 86
- 4 刘奇志. 斯氏线虫防治桃红颈天牛田间试验. 生物防治通报, 1993, 9, ( 2): 59
- 5 杨怀文. 应用芜菁夜蛾线虫防治小木蠹蛾的研究. 植物保护学报, 1992, 19( 1): 37 ~ 40
- 6 徐洁连. 昆虫病原线虫(斯氏属与异小杆属)应用概况. 昆虫知识, 1990, 27(1): 58 ~ 62
- 7 黎彦等. 芜菁夜蛾线虫在防治桃小食心虫上的应用. 植物保护学报, 1993, 20(4): 337 ~ 343
- 8 Gougler " Kaya. Entomopathogenic Nematodes in Biological Control. CRC Press, 1990, 23- 58

## A Study on the Application of Entomopathogenic Nematodes for Controlling Larvae of RLB

Liu Qizhi

(Dept. of Plant Protection, China Agricultural University, Beijing 100094)

Wang Yuzhu

(Pomology and Forestry Institute, Beijing

Academy of Agricultural and Forestry Sciences)

Zhou Haiying

(Centre of Experiment, China

Agricultural University, Beijing)

**Abstract** The Red Longicorn Beetle(RLB, *Aromia bungii* Faldermann) can damage 30% to 100% of the fruit trees and is one of the important pests in China. It was urgent to find a better way to control it. Traditional control methods are not effective. The nematodes were used to control the RLB on apricot in this study. The efficiency rate ranged from 58. 3%– 100% one month after the application of nematodes and nearly 100% eight months after the application. There were no significant difference in the control effects among the strains on the RLB larvae, but there were significant difference in the control effects between densities of nematodes. Extremely significant difference was found between 30000IJ/ ml and 40000IJ/ ml and significant difference was found between 30000IJ/ ml and 50000IJ/ ml. There was no significant difference between 40000IJ/ ml and 50000IJ/ ml. The results indicated that it was a new effective method to control RLB larvae with nematodes, and the optimum density of nematodes of 40000IJ/ ml was hereby proposed.

**Key words:** Entomopathogenic nematode; RLB; Apricot; Biological control