利用中华甲虫蒲螨防治双条杉天牛幼虫研究*

郭 鑫[1]** 许志春[1]*** 熊德平[2]

(1. 北京林业大学省部共建森林培育与保护教育重点实验室 北京 100083; 2. 北京植物园 北京 100093)

Study of utilizing *Pyemotes zhonghuajia* to control *Semanotus bifasciatus* beetles. GUO Xin[1]**, XU Zhi-Chun[1]***, XIONG De-Ping[2] (1. *The Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University*, Beijing 100083, China; 2. *Beijing Botanical Garden*, Beijing 100093, China)

Abstract *Semanotus bifasciatus* (Motschulsky) is one of the major stem borers of cypress. First to the fourth stage larvae of this species heavily damage phloem and older larvae begin to damage xylem. Older larvae block the tunnel connecting them to the outside world with frass, which may hinder the entrance of small predators. We assessed the effectiveness of the Po mite, *Pyemotes zhonghuaji* (Yu and Zhang), as a biological control for first to the second and third to the fourth stage *S. bifasciatus* larvae, and compared the cost effectiveness of releasing different numbers of mites. The control effectiveness of a treatment rate of 1 000 mites per cm DBH on first to the second stage larvae was up to 83.0%. Although releasing more mites (2 000/cm DBH) achieved control effectiveness on third to the fourth stage larvae of 87.7%, this was less cost-effective than the lower treatment rate. Po mites are a more effective biological control of *S. bifasciatus* larvae no more than 1 to 2 cm long.

Key words *Pyemotes zhonghuajia*, biological control, *Semanotus bifasciatus*

摘 要 双条杉天牛 *Semanotus bifasciatus* (Motschulsky) 是危害柏树类树木的主要蛀干害虫之一,主要以幼虫蛀干危害树木。1 ~ 4 龄幼虫主要危害韧皮部,4 龄后幼虫则开始进入到木质部危害,并且用虫粪堵塞蛀道与外界的联络通道,造成小型天敌进入困难。本文通过利用中华甲虫蒲螨 *Pyemotes zhonghuajia* (Yu and Zhang) 防治双条杉天牛 1 ~ 2 和 3 ~ 4 龄幼虫研究试验,比较了天敌中华甲虫蒲螨不同释放量对双条杉天牛的防治效果。结果表明,当中华甲虫蒲螨释放量为 1 管/木段时,对 1 ~ 2 龄幼虫防治较好,达 83.0%;当中华甲虫蒲螨释放量为 2 管/木段时,对 3 ~ 4 龄幼虫防治也有较好的防治效果,防治效果高达 87.7%;但从防治经济高效的角度出发,最合理高效的投放量为 1 管蒲螨/木段,防治 1 ~ 2 龄幼虫可行性最高。通过中华甲虫蒲螨对双条杉天牛幼虫的寄生结果比较得知,其对寄生体长为 1 ~ 2 cm 的双条杉天牛幼虫有明显的趋向性。

关键词 蒲螨,生物防治,双条杉天牛

双条杉天牛 *Semanotus bifasciatus* (Motschulsky) 是危害柏树类植物的重要蛀干害虫,对侧柏危害较重,其次是圆柏,扁柏受害较轻,龙柏一般不受危害[1]。该害虫在北京地区多数为 1 年发生 1 代,在山东省滕州以 1 年 1 代为主,仅有 25% 2 年 1 代[2],在山东省潍坊市 1 年 1 代[3]。害虫危害初期在树体的韧皮部下串食危害,形成不规则的蛀道,随着取食侵入到木质部,幼虫产生坚硬而致密的虫粪,将其进入木质部的侵入口堵死,致使其它天敌昆虫及活动能力比较差的天敌难以进入,对防治工作造成一定程度的困难。

蒲螨 *Pyemotes trittci* Lagreze-Fossot and Montane 广泛分布于德国、美国、法国、荷兰等

* 资助项目:国家林业科技支撑项目(2006BAD08A10 - 03)、北京市教委科研基地共建项目。

** E-mail:gx1gx21985@sina.com

*** 通讯作者,E-mail:zhchxu@bjfu.edu.cn

收稿日期:2009-09-05,修回日期:2009-12-20

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

国,是一种寄生性天敌,表现为缓慢的松弛型抑制性蒲螨。它的毒力很强,一只雌成螨可麻痹重达自身体重 16.6 万倍的昆虫[4]。20 世纪 70 年代美国人研究释放麦蒲螨用于防治红火蚁 *Solenopsis invicta*,取得了很好的效果[5];1993 年 Hoschele 等报道了利用麦蒲螨对地中海粉螟 *Anagasta kuehniella* 的良好防治效果[6];2002 年,本文作者之一熊德平等应用中华甲虫蒲螨 *Pyemotes zhonghuajia* (Yu and Zhang)对六星黑点豹蠹蛾 *Zeuzera leuconotum* 等害虫做相关探讨[7];2005 ~ 2008 年,贺丽敏等探讨了利用中华甲虫蒲螨控制光肩星天牛等钻驻性害虫[8]。本研究通过释放不同量的寄生性天敌中华甲虫蒲螨,综合比较该蒲螨对未进入木质部危害的 1 ~ 2 龄、3 ~ 4 龄幼虫的双条杉天牛幼虫的寄生效果,找到了比较适宜的蒲螨释放时间和释放量,为进一步利用天敌蒲螨防治双条杉天牛打下了基础。

1 材料与方法

1.1 试验地点

北京植物园。实验林地:侧柏、桧柏(侧柏 2 430 棵,桧柏 2 425 棵)。

1.2 材料

新伐侧柏木段(长 1 m,中径 10 cm);中华甲虫蒲螨(来源于北京植物园植保中心,装蒲螨的指形管长 5 cm,外径 1.2 cm);双条杉天牛成虫;双条杉天牛饲养盒(直径 10 cm,高 5 cm);HOBO 温湿度自计仪。

1.3 试验方法

1.3.1 双条杉天牛幼虫危害木的获取 在双天杉天牛羽化出孔之前,劈开采集于北京植物园带有双条杉天牛的饵木,获取未交尾的成虫。将雌雄成虫 1∶1 混合放置于饲养盒内交尾产卵,每盒雌雄各 5 头,卵孵化后,人工接种到新鲜侧柏木段,平均虫口数量为 50 头/木段,置于自然环境中生长发育。此处理重复 2 次,前后 2 次时间间隔约 20 d 左右,以期获取 1 ~ 2 龄及 3 ~ 4 龄幼虫危害木段。

1.3.2 危害林地的模拟 将 3 段有相同生长状况幼虫的木段以上、中、下的顺序依次竖立捆绑于侧柏树的树干上,将木段与树干紧贴捆绑牢固,最下部木段的下端距离地面 10 cm。共处理 14 株树,用于研究蒲螨对双条杉天牛的防治效果。林内设置 HOBO 自计仪,记录温湿度变化。

1.3.3 蒲螨的释放 1 ~ 2 龄、3 ~ 4 龄幼虫危害木段分别设置 2 个蒲螨释放量,即每木段释放 1 管和 2 管(每木段 1 管时蒲螨释放量根据树的胸径为 1 000 头/ cm,每木段 2 管时蒲螨释放量根据树的胸径为 2 000 头/ cm)。每个处理重复 3 次,设一个不释放蒲螨的空白为对照。

蒲螨的具体释放方法为:将装有蒲螨的玻璃指形管,去掉棉塞使管口打开,放入纸袋中,(该纸袋 10 cm × 10 cm)其中 2 个对角剪口,便于蒲螨爬出,纸袋稍倾斜订于木段基部。对于释放量每木段为 2 玻璃指形管的处理,其中一个纸袋固定在木段的基部,另一纸袋固定在木段的中部。

天敌释放时间为 2008 年 5 月 14 日,检查时间为 5 月 24 日。此期间的日平均温度为 19 ~ 22℃,日最高温度为 23 ~ 27℃,环境温度比较适合蒲螨的转移与寻找寄主。

1.3.4 寄生情况的检查 天敌蒲螨对双条杉天牛寄生情况的检查时间为 5 月 24 日。检查时用刀把试验木段的树皮剥落,调查不同龄期不同释放量的天牛幼虫的防治效果。统计不同龄期各个释放量中被寄生与未被寄生天牛幼虫的数量;并随机挑选体长小于 1 cm、介于 1 cm 至 2 cm 之间、大于 2 cm 的幼虫各 30 头,重复 4 次,计算不同大小个体天牛幼虫的寄生率。

1.4 数据分析

数据用 SPASS 16 软件处理,进行方差分析及多重比较。

2 结果与分析

2.1 蒲螨对双条杉天牛幼虫的寄生效果

释放蒲螨 10 d 后调查蒲螨对双条杉天牛幼虫的防治试验结果见表 1。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

根据表 1 作者推导:设 x_1、x_2 为在 2 种年龄段天敌的投放量,y_1,y_2 为害虫死亡率:

$$y_1 = a_1 \times x_1^n \quad (1)$$

$$y_2 = a_2 \times x_2^m \quad (2)$$

设 z_1,z_2 为投放费用,k 为常数,则

$$z_1 = k \times x_1 \quad (3)$$

$$z_2 = k \times x_2 \quad (4)$$

设 1 管蒲螨/木段的投放量可行性因子为 R_1,2 管蒲螨/木段的投放量可行性因子 R_2。

$$R_1(x) = \frac{y_1}{z_1} = \frac{a_1 \times x_1^n}{k \times x_1} \quad (5)$$

$$R_2(x) = \frac{y_2}{z_2} = \frac{a_2 \times x_2^m}{k \times x_2} \quad (6)$$

比较(5)和(6)求最优解,就可以知道那种释放量较为合理。

代入数据到方程(1),(2)有:

每木段释放 1 管蒲螨防治 1 ~ 2 龄双条杉天牛幼虫的平均校正死亡率为 79.7%,得到以下结果,

$$79.7 = a_1 \times 1^n$$

每木段释放 2 管蒲螨防治 1 ~ 2 龄双条杉天牛幼虫的平均校正死亡率为 83.0%,得到以下结果,

$$83.0 = a_1 \times 2^n$$

每木段释放 2 管蒲螨防治 3 ~ 4 龄双条杉天牛幼虫的平均校正死亡率为 72.0%,得到以下结果,

$$72.0 = a_2 \times 1^m$$

每木段释放 2 管蒲螨防治 3 ~ 4 龄双条杉天牛幼虫的平均校正死亡率为 87.7%,得到以下结果,

$$87.7 = a_2 \times 2^m$$

注:式中 1 和 2 分别表示每木段释放 1 管和 2 管蒲螨时的投放量。

解得:

$$a_1 = 79.7, n = 0.0585;$$

$$a_2 = 87.7, m = 0.2840。$$

所以可以计算得到:

$$R_1(1)/R_1(2) = (1/2)^{n-1} > 1$$

$$R_2(1)/R_2(2) = (1/2)^{m-1} > 1$$

结果表明在防治相同虫龄的天牛幼虫时,每木段释放 1 管蒲螨的投放量较为合理。

同样,对 2 种不同虫龄的天牛幼虫的防治结果进行比较:

$$R_1(1)/R_2(1) = 1.44676 > 1$$

根据以上计算比较得知,从双条杉天牛防治经济高效的角度出发,在外界环境条件相同的情况下,最合理高效的投放量为 1 管蒲螨/木段,防治 1 ~ 2 龄幼虫可行性最高。

表 1　蒲螨对双条杉天牛幼虫的防治试验结果

幼虫虫龄	蒲螨的释放量(管/木段)	编号	死亡率(%)	平均校正死亡率(%)
双条杉天牛 1 ~ 2 龄幼虫	1	1	78.7	79.7
		2	76.8	
		3	84.8	
	2	1	84.3	83.0
		2	80.8	
		3	84.8	
	对照	1	0	0.57
		2	0	
		3	1.7	
双条杉天牛 3 ~ 4 龄幼虫	1	1	74.6	72.0
		2	68.2	
		3	73.2	
	2	1	87.6	87.7
		2	86.0	
		3	89.6	
	对照	1	0	0.0
		2	0	
		3	0	

2.2　蒲螨对双条杉天牛幼虫体长的选择性

通过对表 2 数据进行方差分析比较,表明各处理之间差异显著($df1 = 2$,$df2 = 9$,$F = 10.923 > F\ 0.05 = 0.004$)。对表 2 数据进行综合分析发现,蒲螨对体长为 1 ~ 2 cm 的双条杉天牛幼虫有明显的趋向性。

3　讨论

由前面研究数据可知,利用天敌中华甲虫蒲螨控制双条杉天牛幼虫的防治效果良好,而且对双条杉天牛的其它天敌不会造成不良影响,对释放地点的生态环境也未造成破坏,可达

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

到绿色环保的目的，利用蒲螨控制双条杉天牛将成为大面积防治研究的重要方向。

对 2 种释放量处理的比较，虽然当蒲螨投放量较大时，防治天牛的效果会更好一些。但是投放量加倍，防治效果差异不显著，因此从经济高效的防治理念出发，可行性较高的方法为：在温度条件适合蒲螨寻找寄主时，利用较少的天敌投放量，尽早开展防治工作，以达到经济有效的防治效果。

表 2 蒲螨对不同体长双条杉天牛幼虫的寄生率

体长(cm)	幼虫数量	寄生率%	5% 显著水平
体长 < 1 cm	30	69.3	b
	30	70.8	
	30	61.3	
体长 1 ~ 2 cm	30	79.7	a
	30	83.8	
	30	85.2	
	30	72.8	
	30	89.9	
体长 > 2 cm	30	64.5	b
	30	58.2	
	30	65.4	
	30	60.3	

注：不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

天敌蒲螨对体长 1 ~ 2 cm 双条杉天牛幼虫的具有明显的趋向性。由于中华甲虫蒲螨对双条杉天牛寄生过程的机制和原理尚未清楚，因此推测该螨是为了更好的自身发育及繁育后代，更倾向于选择体长相对适中，且抵抗力较弱的 1 ~ 2 cm 的幼虫。体长小于 1 cm 的双条杉天牛幼虫，因无法满足蒲螨自身生长及其后代发育所需要的营养物质，蒲螨对其寄生率相对较小。体长大于 2 cm 的双条杉天牛幼虫，其生长发育状况相对较完善，已经形成强大的抵抗机制，蒲螨要在其身体上寄生相对是比较困难的。因此蒲螨寄生双条杉天牛幼虫时对其体长具有一定的选择性。

蒲螨对双条杉天牛幼虫的寄生过程虽然较为复杂[9]，但却是我们更充分、高效利用蒲螨防治双条杉天牛的重要基石。因此，有关蒲螨营养物的分析比较，双条杉天牛幼虫的抗性机理等有待于进一步研究。

参 考 文 献

1 刘杰，刘发邦，王绍文，等. 双条杉天牛生物学特性观察与防治. 河北林业科技，2004，(6)：49 ~ 50.

2 姚玉领. 侧柏生态防护林双条杉天牛生物学特性观察及防治对策. 河北林业科技，2007，(3)：27 ~ 28.

3 高苏岚，许志春，弓献词，等. 双条杉天牛的生物学特性. 昆虫知识，2008，**45**(1)：74 ~ 77.

4 Tomalski M. D.，Kutney R.，Bruce W. A.，*et al.* Preliminary characterization of toxins from the straw itch mite，*Pyemotes tritici*，which induce paralysis in the larvae of a month. *Toxicology*，1988，**26**(2)：127 ~ 132.

5 Bruce W. A.，LECato G. L. *Pyemotes Tritici*：A potential new agent for biological control of the res imported fire ant，*Solenopsis Invicta*(Pyemotidae) Iternat. *J. Acarol.*，1980，**6**(4)：271 ~ 274.

6 Hoschele W.，Tanigoshi L. K. *Pyemotes tritici*(Acari：Pyemotidae)，a potential biological control agent of *Anagasta kuehniella*(Lepidoptera：Pyralidae). *Exp. Appl. Acarol.*，1993，**17**：781 ~ 792.

7 张佐双，熊德平，程炜，等. 寄生性天敌蒲螨对几种蛀干害虫的控制作用. 中国生物防治，2008，**24**(1)：1 ~ 6.

8 贺丽敏，焦蕊，于丽辰，等. 应用中华甲虫蒲螨防治钻蛀性害虫. 中国科技成果. 2009，**10**(10)：59 ~ 60.

9 马立芹，温俊宝，许志春，等. 寄生性天敌蒲螨研究进展. 昆虫知识，2009，**46**(3)：366 ~ 371.

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net