

松褐天牛高效诱捕器的筛选比较试验

刘云鹏¹,王爱忠²,解春霞¹,郑华英¹,高悦¹,徐丽丽¹

(1. 江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153;2. 溧阳市天目湖镇林业站,江苏 溧阳 213333)

摘要:松褐天牛引诱是松材线虫病综合治理技术之一。作者通过对不同诱捕器器型与不同诱芯进行组合应用试验发现,十字挡板型诱捕器的诱捕量显著高于多层式诱捕器,十字挡板诱捕器(A型)的平均诱捕量为69.3头/器,是多层型诱捕器(B型和C型)平均诱捕量的5.75—17.69倍;而Z,H诱芯的诱捕效果则明显高于L诱芯,Z,H型诱芯的平均诱捕量分别为40.6头/器和37.0头/器,而L型诱芯的平均诱捕量仅为7.7头/器;通过综合比较,初步筛选出了十字挡板型诱捕器+Z诱芯和十字挡板型诱捕器+H诱芯2种对松褐天牛具有高效诱捕作用的组合模式。其中,十字挡板型诱捕器+Z诱芯模式的诱捕效果最好,平均每套年诱捕量为90.7头;十字挡板型诱捕器+H诱芯模式的诱捕效果次之,平均每套年诱捕量为75头。

关键词:松材线虫病;松褐天牛;十字挡板型;多层型;诱捕器;引诱剂

中图分类号:S763.38

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2018.01.004

Comparative trial on high efficiency trap for *Monochamus alternatus*

LIU Yun-peng¹, WANG Ai-zhong², XIE Chun-xia¹, ZHENG Hua-ying¹, GAO Yue¹, XU Li-li¹

(1. Jiangsu Academy of Forestry, Nanjing 211153, China;

2. Forestry Work Station, Tianmuhu Lake Town, Liyang City, Liyang 213333, China)

Abstract: The trapping technique of *Monochamus alternatus* is one of the most important measures to control pine wilt disease (PWD). After combined application test of different traps and different cores, results showed that the trapped *M. alternatus* number of the cross trap was higher than those of the multi-layer traps while the trapping effects of Z lures and H lures were higher than that of L lures. This trial also screened out two kinds combination of traps and lure with efficient trapping to adult, that is, a cross baffle type trap +Z lure and a cross baffle type trap+H lure. The former combination model had the best trapping effect, the latter model took second place, reaching 90.7 and 75 respectively per trap per year.

Key words: *Bursaphelenchus xylophilus*; *Monochamus alternatus*; Cross baffle type; Multi-layer type; Trap; Lure

松材线虫病(*Bursaphelenchus xylophilus*)是一种致病力强,致死迅速的松树病害^[1-2]。我国自1982年首次在南京东郊发现以来,至今该病已在江苏、安徽、广东、山东、浙江、湖北、上海及重庆8省(市)的88个县(市、区)分布危害,发病面积超过7.3万hm²,累计枯死松树2000万株以上,直接经济损失数十亿元,对我国松林资源、自然景观和生态环境造成了严重的破坏。松褐天牛(*Monochamus alterna-*

tus)是松材线虫病在林间快速传播的重要媒介昆虫,能否有效控制松褐天牛的虫口密度和扩散危害是控制松材线虫病传播的重要环节^[3-5]。松褐天牛幼虫主要生活在松树的韧皮部和木质部,成虫具有坚实的体壁等特征,防治较为困难。而成虫具有飞翔能力,是松材线虫病的主要虫态,诱杀林间松褐天牛是压低林间松褐天牛虫口密度的重要手段。同时,成虫的诱捕量也是林间松褐天牛种群密度的

收稿日期:2017-07-26;修回日期:2017-08-30

基金项目:中央财政林业科技推广项目“松褐天牛生物控制关键技术综合运用示范与推广”(〔2014〕TJS02)

作者简介:刘云鹏(1978-),男,安徽宿州人,副研究员,博士。研究方向为森林病虫害防治。E-mail:lypsq@yahoo.com.cn。

一个重要指标^[6],可直接反映出林间松褐天牛和松材线虫病发生程度以及防治效果。

松树的挥发性物质,对松褐天牛成虫搜索寄主植物、补充营养和产卵等行为起着重要作用。近年来,国内外森林保护工作者利用这些活性物质,配制成多种引诱剂,为监测松褐天牛成虫的种群数量,有效降低虫口密度,遏制松材线虫病的自然扩散蔓延,起到积极的作用^[7-8]。但在实际应用中,诱捕器器型和诱芯中引诱剂的成分以及其挥发速度等,都对实际诱捕效果具有显著影响。为此,作者在南京铁心桥、溧阳天目湖、苏州旺山等地开展了不同引诱剂、不同诱捕器诱捕松褐天牛的研究,以期为生产上提供高效的引诱剂和诱捕器组合模式。

1 材料与方法

1.1 材料

诱芯:试验采用 3 种类型的引诱剂:Z 型引诱剂,厦门三涌生物科技有限公司生产;H 型引诱剂,韩国 ACE 公司生产;L 型引诱剂,漳州市英格尔农业科技有限公司生产。

诱捕器:试验采用 3 种类型的诱捕器:十字挡板型(A),厦门三涌生物科技有限公司生产;多层漏斗 II 型(B),7 层,韩国 ACE 公司生产;多层漏斗 I 型(C),5 层,漳州市英格尔农业科技有限公司生产。

1.2 试验方法

1.2.1 试验地概况 试验地点选择在南京铁心桥、溧阳天目湖、苏州旺山 3 个区域。南京为松材线虫病老疫区,易感松种主要为马尾松、黑松、赤松等,近年来,主要通过采集松褐天牛幼虫和释放天敌昆虫进行防治,林间病死树率维持在 1%—3%以内;溧阳天目湖地处天目山脉,2001 年发生松材线虫病,到 2004 年病死树数量达 5 万株,部分区域死树率为 30%以上,虫口密度较高,危害日趋严重,2004 年—2016 年开始实施松材线虫病综合治理,林间病死树率显著下降,维持在 3‰以下^[9];苏州旺山地处吴中区,2010 年发生松材线虫病,区内易感松种以黑松和马尾松为主,近年来松材线虫病发生较为稳定,林间病死树率维持在 1%以下。

1.2.2 诱捕器及诱芯组合 试验采取交叉组合设计,利用不同的诱芯和不同的诱捕器进行交叉组合应用,以比较不同组合方式在实际应用中的效果差异^[10]。具体诱捕器及诱芯组合如表 1。

1.2.3 诱捕器设置 在 3 个试验区域,于 5—9 月

设置诱捕器诱集松褐天牛成虫。试验共悬挂 54 组诱捕器(南京铁心桥 27 组,溧阳天目湖 18 组,苏州 9 组),将诱捕器和诱芯组合编号,随机抽取对应编号进行设置、悬挂。诱捕器设置要求间隔 50 m 以上,下端距地面高度 1.5—2.0 m。将诱芯按要求放置在相应位置,每个月换诱芯 1 次。每隔 12—15 d 收集并统计松褐天牛成虫及其他重要蛀干类害虫的数量。

表 1 诱捕器类型及诱芯组合

诱捕器类型	诱捕器组合			总计
	A	B	C	
Z 型	6 组	6 组	6 组	18 组
H 型	6 组	6 组	6 组	18 组
L 型	6 组	6 组	6 组	18 组
总计	18 组	18 组	18 组	54 组

2 结果与分析

2.1 松褐天牛种群动态变化情况

54 个诱捕器 1 a 的诱捕结果显示,总诱捕量为 1 537 头,平均每个诱捕器诱捕量为 28.5 头。从诱捕量变化情况可以看出,松褐天牛 1 a 1 代,成虫羽化、危害期在 5 月中下旬到 9 月上旬,高峰期在 6 月中旬、7 月中旬和 8 月中旬(见图 1)。诱捕到的松褐天牛成虫雌雄性比为 2.28:1,与 Togashi 等^[10]报道的 1:1 雌雄性比有显著差异,这主要是由于引诱剂对雌雄成虫的诱集效应不同所致。

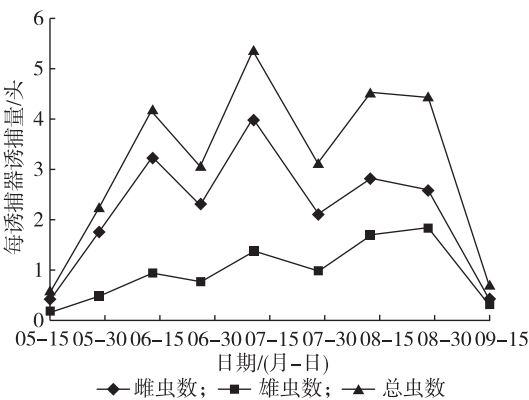


图 1 松褐天牛成虫诱捕情况

松褐天牛作为松材线虫的主要传播媒介,其种群动态的变化直接反映了林间天牛成虫虫口密度的变化情况,也直接关系着松材线虫病的传播趋

势。因地理位置、林分结构以及前期治理措施不同,各区域内松褐天牛的虫口密度变化也不同。例如,南京诱捕区松褐天牛成虫诱捕量高峰区(见图2)出现在6,7,8月中旬;苏州诱捕区(见图3)成虫诱捕高峰则出现在7月中旬、8月下旬2个时间段;而溧阳诱捕区(见图4)的成虫诱捕高峰期则出现在6月上旬和8月上旬。这些波动情况可能也受前期治理措施的影响:前期治理措施到位的区域(溧阳),虫口密度相对较低,诱捕量波动不太明显;治理措施相对单一的区域(南京、苏州),虫口密度相对较高,诱捕量波动也相对较为显著。因此,从一个侧面也可以看出,综合治理技术的实施对林间松褐天牛的虫口密度具有显著的抑制作用。

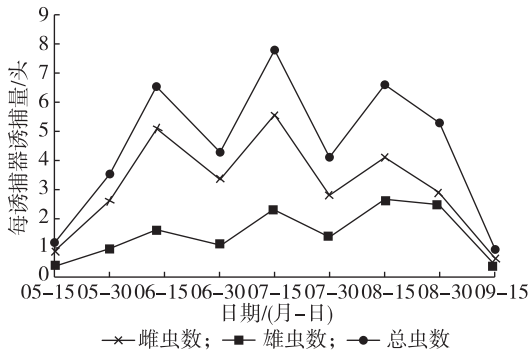


图2 南京铁心桥松褐天牛成虫诱捕情况

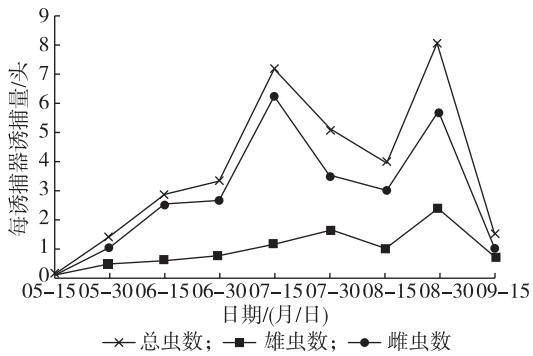


图3 苏州旺山松褐天牛成虫诱捕情况

就每个诱捕器的平均诱捕量而言,各区域的诱捕情况也和前期的松材线虫病治理措施具有紧密联系。如溧阳天目湖区域,通过连续几年的综合治理工程实施,林间天牛虫口密度具有显著下降,平均每个诱捕器的诱捕量仅为10.78头,较南京和苏州诱捕区,平均诱捕量下降了72.3%和66.9%。这一结果主要得益于溧阳天目湖采取的松材线虫病专业化综合治理技术。

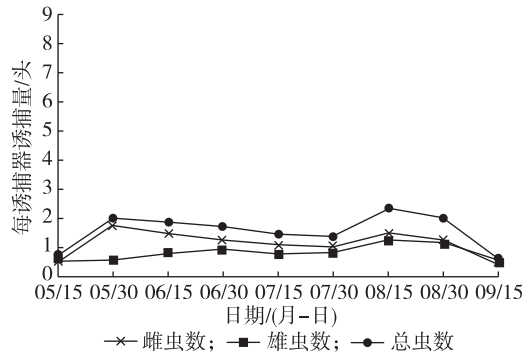


图4 溧阳天目湖松褐天牛成虫诱捕情况

2.2 不同诱捕器器型对诱捕效果的影响

A,B,C 3种诱捕器诱捕到的松褐天牛雌雄性比分别为2.3:1,2.3:1和2.1:1,表明,就器型而言,不同诱捕器器型对雌雄松褐天牛的诱捕效果差异不显著。

本试验采用的3种诱捕器均属生产中应用较为广泛的诱捕器产品,但通过诱捕效果可以看出,不同的诱捕器器型的诱捕效果存在显著差异。十字挡板型(A)的平均诱捕量为69.3头/器,而多层型(B和C)的平均诱捕量仅为12.2头/器和4.0头/器,十字挡板型诱捕器的平均诱捕量是多层型诱捕器平均诱捕量的5.75—17.69倍(见图5)。对不同诱捕器在不同时段的诱捕量进行方差分析显示,A型诱捕器的诱捕量要显著高于(F 值=21.023, P 值=0.000 1)B,C型诱捕器(见图6)。

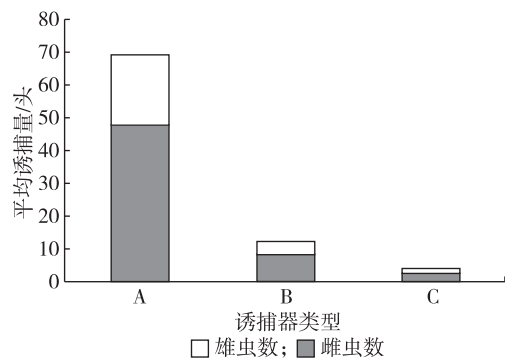


图5 不同诱捕器器型对松褐天牛平均诱捕量的影响

2.3 不同引诱剂对诱捕效果的影响

松褐天牛引诱剂通常是通过模拟松树衰弱木挥发物,以吸引天牛进行取食、交配或产卵。但不同的引诱剂组成成分、配比和诱捕效果等方面会有一定的差异。在本试验中(见图7),3种引诱剂类型的诱捕效果也存在差异,L型诱芯的平均诱捕量

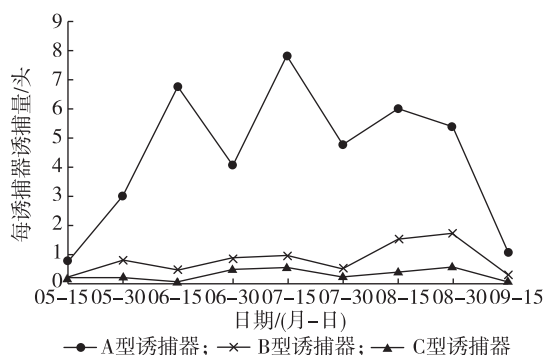


图6 不同诱捕器器型诱捕量变化情况

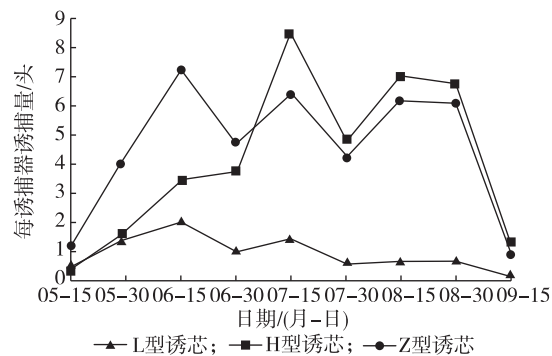


图8 不同诱芯诱捕量的波动情况

最低,仅有7.7头,而Z,H型诱芯的平均诱捕量相对较高,分别为40.6头和37头,是L型诱芯诱捕量的5倍左右。不同诱芯对雌雄成虫的诱捕效果也具有一定的差异,Z,H,L型诱芯诱捕到的松褐天牛成虫雌雄性比分别为2.6:1,2.2:1和1.5:1,表明,Z型诱芯比其他2种诱芯对雌成虫的诱集活性更强,这可能与它们的组份构成有关。

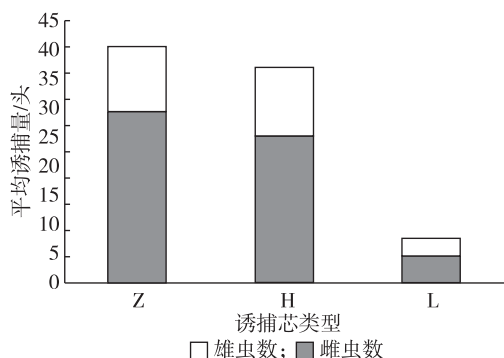


图7 不同诱芯对松褐天牛平均诱捕量的影响

从不同时间段的诱捕量变化情况发现(见图8),Z,H型诱芯的诱捕量变化基本一致,5月上旬开始出现,6月中旬—8月中旬为诱捕高峰,9月上旬成虫数量显著下降。L型诱芯的诱捕量则一直处在较低的水平。H型诱芯前期诱捕量低于Z型诱芯的诱捕量,而后期则高于Z型诱芯的诱捕量,这可能是由于在6月29日换诱芯时,增加了H型诱芯的缓释挥发量,而使其诱捕效果有所增加。H型引诱剂是引进韩国ACE公司生产的新型诱剂,缓释控制技术较好,持效期长,适当增加缓释量,其诱剂效果比其他2种诱芯更具优势。

2.4 高效诱捕器与诱芯组合选择

以不同诱捕器器型和不同诱芯作为2个主要考察因素,以每种组合的总诱捕量作为因变量,进行

完全随机统计分析(见表2),结果显示:主因素(诱捕器)差异极显著($F=19.4169, p=0.0087$),其中,A型诱捕器的诱捕量显著高于其他2种诱捕器;次因素(诱芯)差异显著($F=5.3186, p=0.0747$),其中,L型诱芯诱捕效果最差,且显著低于Z,H型诱芯的诱捕效果,后2者诱捕效果差异不显著;2因素交互作用统计分析结果差异不显著($F=1.8295, p=0.1421$),表明2因素之间不存在明显的相互作用。

就不同组合的平均诱捕量而言,A型诱捕器和Z型诱芯的组合模式诱捕效果最好,平均每套诱捕器1a可诱捕90.7头;A型诱捕器与H型诱芯的组合模式诱捕效果次之,平均每套年诱捕量为75头,对其他组合模式具有显著的优势。

3 结论与讨论

应用引诱剂控制松褐天牛的研究有较多报道,日本和国内已有多商品化的产品,有些已被广泛使用,并在松材线虫病的预测预报、有效降低天牛种群数量和减轻翌年松材线虫病的危害方面,取得较好的效果^[11-12]。本试验采用的诱捕器和诱芯均为生产中较为常用的几种产品。在使用过程中,也诱捕到了大量的松褐天牛成虫,最多的诱捕器组合总诱捕成虫可达160头/a,显示出诱捕器良好的捕杀效果。

就诱捕器器型而言,A型诱捕器(十字挡板型)撞击面积大、接虫漏斗直径大,实际诱捕效果最好。而B,C型诱捕器(多层型)撞击面积和撞击角度较小,接虫漏斗直径也相对较小,成虫撞击后有一部分会弹出漏斗外,降低了诱捕效率。而就诱芯而言,Z,H型诱芯的诱捕效果高于L型诱芯,这可能与各自的活性成分和配比不同有关,如Z诱芯是由

表 2 2 因素(诱捕器、诱芯)完全随机设计分析

诱捕器	诱芯	重复 1	重复 2	重复 3	重复 4	重复 5	重复 6	平均值	显著水平
A	Z	73	29	121	130	110	150	90.702 4	Aa
	L	6	14	27	3	5	23	9.917 6	Bb
	H	160	140	113	28	29	85	75.060 9	Aa
B	Z	10	8	29	20	2	16	11.127 1	Bb
	L	0	4	0	38	3	0	2.034	Bc
	H	30	18	25	5	9	3	11.422 7	Bb
C	Z	11	7	1	14	0	0	2.771 9	Bbc
	L	8	3	0	0	0	5	1.449 5	Bc
	H	1	17	3	1	0	0	1.569 8	Bc

食诱剂和聚集信息素 2 类活性物质组成,H 诱芯则有食诱剂、聚集信息素和性信息素等 3 类活性物质组成,而 L 诱芯仅有食诱剂活性物质。同时,诱芯的诱捕效果还与诱剂的挥发量有关,如 H 诱芯前期诱捕效果低于 Z 诱芯,但增加挥发量以后,其诱捕效果有所提高,甚至高于 Z 诱芯的诱捕效果。理论上来说,随着挥发量的增加,诱捕效果会逐渐增加,但考虑到持效时间和经济成本,应综合考虑设定诱芯挥发量。

诱捕器器型与诱芯之间没有明显的相互作用关系,但不同组合诱捕效果之间却有一定差异。试验中以 A 型诱捕器和 Z、H 诱芯组合的诱捕效果最好,其平均诱捕量是其他组合诱捕量的几倍,甚至到几十倍。因此,在实际生产应用中,建议选择上述诱捕器和诱芯组合进行松褐天牛成虫诱捕,以最大限度降低林间天牛成虫虫口密度。

松褐天牛的雌雄性比约为 1:1.5,而试验中诱捕到的松褐天牛雌成虫数量较多,总体雌雄性比达到 2.28:1,表明诱捕器对松褐天牛雌成虫具有更强的诱集作用。不同诱捕器诱捕到的松褐天牛雌雄性比基本一致,而不同诱芯诱捕到的成虫雌雄性比差异显著,则表明,不同的诱芯组份和对比对雌雄成虫的诱集效果有显著影响^[13]。

此外,试验在 3 个不同的区域进行了多次重复的诱捕器设置,其中以连续多年采取综合治理技术进行防控的区域(溧阳天目湖)诱捕到的成虫数量最少,整个诱捕期平均每个诱捕器仅诱捕到 10.78 头成虫,反映出综合治理技术能够有效控制林间松褐天牛的发生,可使虫口密度维持在一个较低的水平,减少松材线虫病的进一步传播危害^[14-15]。

参考文献:

[1] 杨宝君,汪来发,赵文霞,等.松材线虫病的潜伏侵染及松墨天牛传播新途径[J].林业科学研究,2002,15(3):251-255.

[2] 刘洪剑,束庆龙.松材线虫病的传播媒介-松褐天牛生物防治研究进展[J].安徽农业通报,2007,13(8):127-128.

[3] 王新荣,陈纪文,宋 比,等.松材线虫病综合治理模式及其成效分析[J].广西农业生物科学,2006,25(3):235-238.

[4] 徐克勤,徐福元,王敏敏,等.应用管氏肿腿蜂防治松褐天牛[J].南京林业大学学报(自然科学版),2002,26(3):48-52.

[5] 赵宇翔,董 燕,徐正会.松墨天牛生物学特性及种群密度研究[J].西部林业科学,2006,35(1):83-86.

[6] 何幼忠,王 鹂.利用天牛引诱剂监测松褐天牛试验初报[J].贵州林业科技,2004,32(1):54-55.

[7] 林志伟.诱捕器引诱松墨天牛试验[J].福建林业科技,2006,33(3):65-67,126.

[8] 王敏敏,叶建仁,王云华.引诱剂防治松材线虫病及其配套技术[J].南京林业大学学报(自然科学版),2006,30(4):129-131.

[9] 刘云鹏,徐福元,王爱忠,等.松材线虫病综合治理引诱技术对天牛种群的影响[J].林业科技开发,2008,22(1):50-53.

[10] TOGASHI K, MAGIRA H. Age-specific survival rate and fecundity of the adult Japanese pine sawyer, *Monochamus alternatus* Hope (Coleoptera: Cerambycidae), at different emergence times[J].Japanese Society of Applied Entomology and Zoology, 1981,16(4):351-361.

[11] 王玲萍.不同诱捕器和引诱剂组合对松墨天牛诱捕效果的影响[J].亚热带农业研究,2016,12(4):275-278.

[12] 黄金水,何学友,汤陈生,等.松墨天牛 FJ-Ma 多功能塑料诱捕器的研发[J].武夷科学,2009,25:30-35.

[13] 郭雅琦,辛玉翠,陶 希,等.松墨天牛成虫雌雄体型差异及蛹和成虫大小与越冬幼虫体重的关系[J].昆虫学报,2015,58(9):989-996.

[14] 廖灿毅,宋长军.松材线虫病综合治理模式及其成效分析[J].现代园艺,2012(20):143-144.

[15] 赵海清,李荣杰,王 哲,等.松材线虫病发生规律及防控措施[J].湖北林业科技,2017,46(1):62-74.