

不同树种松墨天牛取食面积差异的研究

姚松^{1,2}, 汪来发^{2*}, 束庆龙^{3*}, 林乐民⁴, 王华同¹, 孙小波¹, 朱从波¹

(1. 河南内乡宝天曼管理局, 内乡 474350; 2. 中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所, 北京 100091;

3. 安徽农业大学林学与园林学院, 合肥 230036; 4. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091)

摘要: 松墨天牛是松材线虫的主要传播媒介, 为了揭示松墨天牛 (*Monochamus alternatus* Hope) 对不同松枝的取食喜好程度, 从而更好地防治由松墨天牛作为载体所引发的松材线虫病, 本研究分别取黑松 (*Pinus thunbergii* Parl.)、马尾松 (*P. massoniana* Lamb.)、火炬松 (*P. teada* L.) 的一年生和二年生枝条作为供试 (松墨天牛取食) 对象进行研究。结果表明: (1) 按松墨天牛对供试树种的选择顺序是: 在一年生枝中, 黑松 > 马尾松 > 火炬松, 但差异不显著 ($F=1.11, P=0.3439$); 在二年生枝中, 黑松 > 火炬松 > 马尾松, 在 5% 的水平上有显著性差异 ($F=3.86, P=0.0341$); (2) 黑松、马尾松、火炬松取食面积一年生枝均大于两年生枝, 其中黑松 ($F=0.04, P=0.8467$)、火炬松 ($F=4.02, P=0.0601$) 差异不显著, 马尾松差异达到显著水平 ($F=6.21, P=0.0216$)。结合本试验及前人研究结果, 笔者认为导致不同树种不同枝龄松墨天牛取食面积的不同可能与各树种所含化学成分不同有关。

关键词: 松墨天牛; 补充营养; 取食面积; 松树

中图分类号: S763.38

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X(2011)06-0872-05

Effect of tree species and branch age on the feeding area of *Monochamus alternatus*

YAO Song^{1,2}, WANG Lai-fa², SHU Qing-long³, LIN Le-min⁴, WANG Hua-tong¹, SUN Xiao-bo¹, ZHU Cong-bo¹

(1. Baotianman Nature Reserve Administrative Bureau, Neixiang 474350;

2. The Key Laboratory of Forest Protection, State Forestry Administration, Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, CAF, Beijing 100091;

3. School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036;

4. Research Institute of Forestry, CAF, Beijing 100091)

Abstract: *Monochamus alternatus* Hope is the main vectors of *Bursaphelenchus xylophilus*. To reveal the internal relations between *Monochamus alternatus* Hope and *Bursaphelenchus xylophilus*, *Monochamus alternatus* Hope was fed with the annual and biennial branches of *Pinus thunbergii* Parl., *P. massoniana* Lamb. and *P. teada* L. and their feeding areas were calculated. The results showed that: (1) *Monochamus alternatus*'s feeding preference to the annual pine branches was *Pinus thunbergii* > *P. massoniana* > *P. teada*. However, there was no significant difference between them ($F=1.11, P=0.3439$); *Monochamus alternatus*'s feeding preference to the biennial branches was *Pinus thunbergii* > *P. teada* > *P. massoniana*, and the difference was significant at 5% level ($F=3.86, P=0.0341$). (2) Of the three pines, *Monochamus alternatus*'s feeding areas of the annual branches were more than that of the biennial branches, while there was no significant difference in *Pinus thunbergii* ($F=0.04, P=0.8467$) and *P. teada* ($F=4.02, P=0.0601$), but the difference was significant in *P. massoniana* ($F=6.21, P=0.0216$).

Key words: *Monochamus alternatus*; supplement nutrient; feeding area; pine

控制松林内松墨天牛的数量、减少松材线虫 [*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhrer 1934) Nickle 1970] 的传播媒介是防治松材线虫病最重要

的一个环节。国内有关学者在松墨天牛生物学、发生特点、种群空间格局和防治研究等方面有过报道 [1-12], 但关于不同树种及松枝取食面积上所做的研

收稿日期: 2011-05-03

基金项目: 科技部社会公益研究专项 (2005DIB3J139) 和国家“十一五”科技支撑项目 (2006BAD08A19104) 共同资助。

作者简介: 姚松, 男, 硕士。E-mail: yaosong5202000@163.com

* 通讯作者: 汪来发, 男, 博士, 研究员。E-mail: nema@forestry.ac.cn 束庆龙, 男, 教授。E-mail: qinglongshu@sina.com

究不多。为了科学有效地控制松墨天牛及松材线虫病的发生与危害,首先需要充分掌握松墨天牛的发生发展规律,以及它对食物(松树)的取食喜好。天牛与寄主植物或食料植物的营养关系,是植食性昆虫营养生态学中的核心问题,它涉及到以植物为食的昆虫生活策略,在理论和应用上均有重大的意义。为此,作者对松墨天牛取食不同松树的一年生及二年生枝条情况进行比较,希望借此对松墨天牛与松树之间的营养关系有更加深入的了解。

1 试验地概况

马鞍山市位于中国安徽省东部、长江下游南岸。马鞍山林场为丘陵岗地,平均海拔 100 m,年平均气温 15.8℃,极端最高气温 41.1℃,极端最低气温 -13℃,年平均降水量 1 003.6 mm,相对湿度 78%。该林场现有林地面积 1 526 hm²,其中松林总面积 1 215 hm²(火炬松面积 1 056 hm²,黑松、马尾松面积为 166 hm²)。林分结构为松树纯林或混交林,纯林有黑松、马尾松和火炬松;混交林主要是黑松×马尾松。

2 材料与方 法

2.1 材料

2.1.1 诱捕器 诱捕器为漏斗型,用马口铁皮制成。诱捕器上部为伞形盖,盖底直径为 55 cm,下部为一漏斗,漏斗壁与平面呈 45°夹角,伞形盖与漏斗之间用 50 cm×25 cm 的 2~3 块挡虫板相连接。有芯套固定在挡虫板之间,套底略高于漏斗上口。诱芯套为一光滑的上表面开口的圆柱体,直径 12 cm,高 18 cm,套壁布满直径 0.5 cm 的圆孔,便于引诱剂挥发。

2.1.2 引诱剂 M-99 由浙江省森防检疫站和中国林科院亚林所研制。

2.1.3 养虫笼 养虫笼在马鞍山市林场定制,规格 50 cm×50 cm×50 cm。该养虫笼的 12 条边是木质材料,六面用很扎实的纱布封住,纱布孔大小合适,以便于日常对松墨天牛的观察。

2.1.4 虫源 松墨天牛成虫采自马鞍山市林场岱山、阡马山、家山、静山的马尾松纯林、黑松纯林、火炬松纯林、马尾松×黑松混交林。该地区松墨天牛发生多为 1 年 1 代,因此所引诱到的松墨天牛全部为当年羽化。

2.1.5 松枝 实验中松墨天牛所食用的马尾松、黑松、火炬松一年生枝和二年生枝取自岱山和家山马尾松林、黑松林和火炬松林。采集时间为早晨,在

生长势良好的松树上收集。

2.2 方法

2.2.1 松墨天牛的收集与处理 当诱捕器挂在家山、岱山、静山和阡马山上后,按时去各个试验点收集松墨天牛。松墨天牛收集回来后,选取同一林分地理条件相同体型一致的雄性松墨天牛放入养虫笼。根据实验室的朝向,将养虫笼沿阳向窗户平行排列,使各笼在空气流动和光照等方面条件相同。白天或晚上天气良好时将实验室南、北方向窗户全部打开,下暴雨时将其关闭,以防松墨天牛被暴雨打伤或致死。

2.2.2 饲养和取食面积测定方法 放入养虫笼的松墨天牛用一年生、二年生的马尾松或黑松或火炬松树枝饲养,松枝放入盛水的矿泉水塑料容器中水培,当松枝枯萎时(约 1 个星期)更换新鲜松枝。松枝枯萎后,将松枝取出,以硫酸纸分别描绘各次各枝条咬食面积。

2.3 数据分析

本试验数据分析采用 SAS 软件,以下的 SAS 分析调用的是 GLM 过程和 T-检验过程。

3 结果与分析

3.1 不同树种松墨天牛取食面积的比较

3.1.1 一年生松枝取食面积比较 研究发现不同树种、不同枝龄被取食的面积有显著的差异。由表 1 可知:3 种树种一年生枝取食面积从平均数来看,被取食面积黑松>马尾松>火炬松。说明在 3 种松树寄主植物中,松墨天牛有取食偏好。

经方差分析,一年生枝各松树之间的差异没有达到极显著水平($F=1.11, P=0.3439$),表明各树种松枝之间松墨天牛取食面积差异不显著。

3.1.2 二年生松枝被取食面积比较 3 种树种二年生枝各松树之间松墨天牛的取食面积有非常明显的差异,结果见表 2。黑松、马尾松、火炬松平均取食面积分别为 34.3 cm²、5.44 cm² 和 7.84 cm²,黑松取食面积远远大于马尾松和火炬松。

经方差分析,得出各松枝之间松墨天牛的取食面积有显著性差异($F=3.86, P=0.0341$),经 q 法多重表明黑松取食面积与马尾松、火炬松之间差异显著,而马尾松与火炬松取食面积之间差异不显著。

从标准差来看,黑松($Std Dev=44.46$)远远高于马尾松($Std Dev=7.82$)和火炬松($Std Dev=8.5$),说明黑松虽然是松墨天牛比较喜欢的树种,但其取食量不定,有很大波动性。导致这种现象可能与松墨天牛的生物学习性有关,即在某段时间松墨天牛

需要某些物质，而黑松恰恰枝条上或分泌有这些物质，因此松墨天牛取食量比较大，而在另外一个时间松墨天牛不再需要这些物质，因此其取食量大幅减少。

3.2 不同枝龄松墨天牛取食面积的比较

3.2.1 黑松不同枝龄被取食面积比较 黑松一年生枝与两年生枝取食面积比较见表3。

从表3可知黑松一年生枝与两年生枝松墨天牛的平均取食面积分别为 38.6 cm²与 34.3 cm²，两者之间有一定的差异但差异未达到显著水平($t=0.04$, $P=0.8467$)。但两者标准差都较大：一年生枝, $Std Dev=53.33$ ；两年生枝 $Std Dev=44.46$ 。这说明松墨天牛在一年生枝和两年生枝取食面积上都存在很大波动。

表 1 松墨天牛对各树种一年生枝取食面积比较

Table 1 Comparison of *Monochamus alternatus* feeding area among one-year-old branch from different tree species

样枝号 Sample No.	取食面积/cm ² Feeding area		
	黑松 <i>P.thunbergii</i>	马尾松 <i>P. massoniana</i>	火炬松 <i>P.taeda</i>
1	9.42	5.91	22.61
2	11.31	15.71	3.77
3	15.81	10.99	38.87
4	16.96	23.91	9.22
5	26.29	12.36	20.33
6	25.41	11.34	14.32
7	168.99	37.67	7.36
8	38.86	6.63	1.72
9	—	35.36	24.55
10	—	82.46	28.64
11	—	13.35	—
$\bar{x} \pm SE$	39.13±6.67	23.24±2.03	17.14±1.19

表 2 松墨天牛对各树种二年生枝取食面积比较

Table 2 Comparison of *Monochamus alternatus* feeding area among two-year-old branch from different tree species

样枝号 Sample No.	取食面积/cm ² Feeding area		
	黑松 <i>P.thunbergii</i>	马尾松 <i>P. massoniana</i>	火炬松 <i>P.taeda</i>
1	91.19	2.21	0.00
2	94.94	9.03	15.07
3	10.21	15.82	24.67
4	1.81	0.00	0.00
5	76.22	1.08	0.00
6	0.00	0.00	7.11
7	0.00	8.86	4.28
8	0.00	0.00	12.36
9	—	0.00	0.51
10	—	0.00	14.43
11	—	22.79	—
$\bar{x} \pm SE$	34.30±5.56	5.44±0.71	7.84±0.85

3.2.2 马尾松不同枝龄被取食面积比较 与黑松不同，马尾松一年生枝被取食面积平均值为 23.24 cm²，二年生枝被取食面积平均值为 5.44 cm²，两者被取食面积有显著差别 ($t=6.21$, $P=0.0216$) (见表4)。从表4可以看出，与黑松具有相同现象是：松墨天牛对马尾松的取食量同样有很大波动性。另外也可看出松墨天牛对马尾松二年生枝条取食倾

向不明显。

3.2.3 火炬松不同枝龄被取食面积比较 火炬松一年生枝取食面积平均值为 17.14 cm²，二年生枝取食面积平均值为 7.84 cm²，从平均取食面积上来看两者有较显著的差别($t=4.02$, $P=0.0601$, P 值已接近显著水平 0.05)，详见表5。

表 3 松墨天牛对黑松一年生枝与二年生枝取食面积比较

Table 3 Comparison of *Monochamus alternatus* feeding area between one-year-old branch and two-year-old branch of *P. thunbergii* Parl.

样枝号 Sample No.	取食面积/cm ² Feeding area		
	取食总面积 Total feeding area	一年生枝取食面积比例/% Percentage of feeding area of one-year-old branch	二年生枝取食面积比例/% Percentage of feeding area of two-year-old branch
1	100.61	9.36	90.64
2	106.25	10.64	89.36
3	26.02	60.76	39.24
4	18.77	90.36	9.64
5	102.51	25.65	74.35
6	25.41	100.00	0.00
7	168.99	100.00	0.00
8	38.86	100.00	0.00
平均/% Average		62.10	37.90
$\bar{x} \pm SE$	73.43±19.15	39.13±18.86	34.30±15.72

表 4 松墨天牛对马尾松一年生枝与二年生枝取食面积比较

Table 4 Comparison of *Monochamus alternatus* feeding area between one-year-old branch and two-year-old branch of *P. massoniana* Lamb

样枝号 Sample No.	取食面积/cm ² Feeding area		
	取食总面积 Total feeding area	一年生枝取食面积比例/% Percentage of feeding area of one-year-old branch	二年生枝取食面积比例/% Percentage of feeding area of two-year-old branch
1	8.12	72.78	27.22
2	24.74	63.50	36.50
3	26.81	40.99	59.01
4	23.91	100.00	0.00
5	13.44	91.96	8.04
6	11.34	100.00	0.00
7	46.53	80.96	19.04
8	6.63	100.00	0.00
9	35.36	100.00	0.00
10	82.46	100.00	0.00
11	36.14	36.94	63.06
平均/% Average		80.65	19.35
$\bar{x} \pm SE$	28.68±6.60	23.24±6.74A	5.44±2.36B

表 5 松墨天牛对火炬松一年生枝与二年生枝取食面积比较

Table 5 Comparison of *Monochamus alternatus* feeding area between one-year-old branch and two-year-old branch of *P. taeda*

样枝号 Sample No.	取食面积/cm ² Feeding area		
	取食总面积 Total feeding area	一年生枝取食面积比例 /% Percentage of feeding area of one-year-old branch	二年生枝取食面积比例/% Percentage of feeding area of two-year-old branch
1	22.61	100.00	0.00
2	18.84	20.01	79.99
3	63.54	61.17	38.83
4	9.22	100.00	0.00
5	20.33	100.00	0.00
6	21.43	66.82	33.18
7	11.64	63.23	36.77
8	14.08	12.22	87.78
9	25.06	97.96	2.04
10	43.07	66.50	33.50
平均/% Average		68.79	31.21
$\bar{x} \pm SE$	24.98±5.20	17.14±3.77	7.84±2.69

4 讨论

在取食量上,张世渊等^[13]曾研究得出火炬松>马尾松>黑松,徐福元等^[14]也曾研究得出马尾松>火炬松>黑松。本试验结果一年生枝松墨天牛取食面积黑松>马尾松>火炬松,二年生枝黑松>火炬松>马尾松,黑松的取食面积均大于马尾松和火炬松,其中二年生枝取食面积之间有显著性差异;在一年生枝和二年生枝取食面积的差异分析上,一年生枝取食面积比例均大于二年生枝,其中黑松、火炬松差异不显著,马尾松差异达到了显著水平。

上述结果的出现可能与它们的挥发性物质不同有关。黑松的挥发性物质主要由单萜和倍半萜及其氧化物构成^[15];马尾松枝条气味由8种萜烯类物质组成,但各组分相对含量不同。有关实验结果表明: α -蒎烯、 β -蒎烯和 β -水芹烯很可能是影响和调节松墨天牛取食和产卵行为最为重要的信号物质^[16];松墨天牛雌雄成虫对 α -蒎烯的反应最强,对 β -石竹烯的反应最弱,在马尾松不同树龄的枝条气味中,以1年生枝条 α -蒎烯的相对含量最低(20.81%), β -蒎烯的相对含量最高,因此松墨天牛喜食1年生枝条^[17]。另外,纤维素酶也可能是导致取食面积差异的重要原因^[18];松墨天牛在火炬松上取食面积少可能与 H_2O_2 含量的积累有关^[19]。如果今后能更加系统深入的研究各种化学物质与松墨天牛取食量的关系,将更有价值。

参考文献:

- [1] 柴希民,李春才.松墨天牛成虫产卵特性研究[J].北京林业大学学报,1997,19(2):69-73.
- [2] 安榆林.南京地区松褐天牛生物学特性的初步研究[J].植物检疫,1992,6(2):137-139.
- [3] 韩兵,王蒙.松墨天牛卵期的预测预报[J].安徽农业大学学报,2000,27(3):247-249.
- [4] 郝德君,张永慧,戴华国,等.松墨天牛对寄主树木的产卵选择[J].昆虫学报,2005,48(3):460-464.
- [5] 杨爱民.松墨天牛成虫林间种群数量变动规律的初步研究[J].福建林业科技,2004,31(2):62-64.
- [6] 赵宇翔,董燕,徐正会.云南省松墨天牛生物学特性和地理分布研究[J].中国森林病虫,2004,23(5):13-16.
- [7] 赵锦年.松墨天牛幼虫生息坑道的研究[J].林业科学研究,2005,18(1):62-65.
- [8] 吕传海,王蒙.松墨天牛生物学特性研究[J].安徽农业大学学报,2000,27(3):243-246.
- [9] 李祖钦,周平阳,李丽洁,等.松墨天牛成虫在思茅松上的补充营养和产卵习性[J].植物检疫,2009,23(6):21-24.
- [10] 杨建霞,郝德君,周曙东,等.寄主植物对松墨天牛的营养效应及对体内酯酶与羧酸酯酶活性的影响[J].林业科学,2009,45(1):91-101.
- [11] 胡劭骥,付达英,李祖钦,等.松墨天牛刻痕在思茅松上的分布及影响因素[J].中国森林病虫,2009,28(6):1-2,11.
- [12] 杨建霞,郝德君,戴华国.寄主植物对松墨天牛幼虫体内酶系活性的影响[J].昆虫知识,2008,45(6):940-943.
- [13] 张世渊,来燕学.松褐天牛成虫补充营养取食研究[J].浙江林业科技,1998,18(2):44-48.
- [14] 徐福元,席客.南京地区松褐天牛成虫发生,补充营养和防治[J].林业科学研究,1994,7(2):215-219.
- [15] 郝德君,马凤林,王焱,等.松墨天牛对不同生理状态黑松挥发物的触角电生理和行为反应[J].应用生态学报,2006,17(6):1070-1074.
- [16] 宁眺,樊建庭,方宇凌,等.不同危害状态下寄主萜烯挥发物含量的变化及松墨天牛对其组分的触角电位反应[J].昆虫学报,2006,49(2):179-188.
- [17] 李水清,张钟宁.马尾松枝条挥发性组分的鉴定及松墨天牛对其触角电生理反应[J].昆虫知识,2007,44(3):385-389.
- [18] 索风梅,王浩杰,丁中文,等.松墨天牛纤维素酶的研究IV.取食条件对松墨天牛纤维素酶活性的影响[J].林业科学研究,2007,20(3):381-384.
- [19] 熊大斌,马阅,解春霞,等.火炬松自然条件下感染松材线虫病初报[J].南京林业大学学报:自然科学版,2009(6):159-161.