

文章编号: 100F 1498(2003) 0F 0069 06

# 补充营养材料对松褐天牛成虫存活期的影响\*

林长春<sup>1</sup>, 陆 高<sup>2</sup>, 周成枚<sup>2</sup>, 赵锦年<sup>1</sup>

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400;

2. 浙江省象山县森林病虫害防治检疫站, 浙江 象山 315700)

**摘要:** 2000—2001 年对马尾松不同龄级枝条及混合枝条饲养松褐天牛成虫的存活期及取食情况进行了研究。结果表明, 不同龄级枝条对松褐天牛成虫存活期产生显著影响, 混合枝条饲养平均存活期显著长于 2 年生枝条及 3 年生枝条饲养, 而与当年生枝条饲养无显著差异。存活期的差异与取食密切相关, 当年生枝条饲养具有最大的日均取食量, 并极显著地大于 2 年生枝条饲养和 3 年生枝条饲养的相应值。混合枝条与单龄级枝条饲养日均取食量均无显著差异。混合枝条饲养处理当年生枝条被食面积占取食总面积的 55% 以上, 3 年生枝所占比例不足 20%。研究显示松褐天牛自然状态下从不同龄级枝条中获取所需物质, 以当年生枝条为主; 无选择单龄枝饲养时通过增加取食来尽可能满足物质需要。

**关键词:** 松褐天牛; 成虫存活期; 补充营养材料

**中图分类号:** S763.42

**文献标识码:** A

松褐天牛(*Monochamus alternatus* Hope) 是我国南方松林分布区重要蛀干害虫, 同时也是松材线虫病的主要传播媒介。松褐天牛成虫羽化出孔后, 寻找健康寄主枝条补充营养以完成生理后熟, 并获取维持其存活及繁殖所需的物质和能量, 同时在取食过程也成为松材线虫(*Bursaphelenchus xylophilus*(Steiner et Bubrer)Nickle) 的传播媒介。因此松褐天牛成虫补充营养不仅影响其子代种群基础, 同时也在松材线虫病的传播过程中起有重要影响。国内外相继有学者对松褐天牛成虫补充营养特性进行了研究<sup>[1-5]</sup>, 但不同补充营养材料对松褐天牛成虫存活的影响尚未见系统研究报道, 作者 2000—2001 年对此进行了深入研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 虫害木收集及放置

虫害木来源于浙江省象山县松材线虫病区松林, 2000 年冬季从林间取回, 室外堆放。2001 年 3 月转入象山县林业局森防站实验室内, 并被锯为 1 m 长木段。

### 1.2 补充营养材料

以新鲜马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.) 枝为补充营养材料, 设当年生至 3 年生混合枝、当年生枝、2 年生枝和 3 年生枝 4 种补充营养材料处理。

收稿日期: 2002-07-05

基金项目: 国家“九五”科技攻关子课题“松褐天牛综合防治技术研究”(96-005-04-03-01) 部分内容

作者简介: 林长春(1969—), 男, 安徽金寨人, 助理研究员, 硕士。

\* 本研究承徐天森研究员指导, 汤秀珠参加部分工作, 在此表示感谢。

### 1.3 试验安排

松褐天牛成虫饲养采用雌、雄群体混养的方法,水培松枝。每3 d换枝、换水,换下枝条分别按笼号捆扎,以硫酸纸分别描绘各次各枝龄咬食面积。

饲养笼的安放根据实验室的朝向,将养虫笼沿阳向窗户平行排列,距窗2 m远,使各笼在空气流动和光照等方面条件相同,实验室东、西方向窗户全部开放。饲养笼规格:40 cm × 60 cm × 50 cm,木质框架尼龙纱网。

每笼投入同日逸出雌、雄成虫各4~5头,如当日逸出数量不能满足上述要求,则以标记法取2~3 d逸出成虫共置一笼饲养。各处理重复8次。

### 1.4 数据统计

试验结束后,分别统计各笼雌、雄成虫存活期、描绘计算各笼取食量。MICORSFOT EXCEL计算分析不同补充营养材料条件下松褐天牛成虫存活期及取食量差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同补充营养材料松褐天牛平均存活期

象山4种补充营养材料处理共饲养松褐天牛成虫224头,剔除非正常死亡及逃逸的,保留168头。

象山不同补充营养材料饲养松褐天牛成虫平均存活期统计见表1。随补充营养材料的不同,松褐天牛平均存活期表现出明显的差异,混合枝条饲养存活期最长,单龄级枝条饲养成虫平均存活期随饲养枝条龄级增加而依次缩短。

不同饲养枝处理松褐天牛存活期方差分析见表2。结果表明不同补充营养材料处理间松褐天牛平均存活期差异极显著( $\alpha = 0.01$ )。

为进一步明确不同饲养枝处理间的差异程度和存活期排序,以Q法(TURKEY固定极差法<sup>[6]</sup>)进行多重比较。各处理存活期均值列梯形表,并计算极差,结果见表3( $q_{0.01} = 20.257$ )。

表3可见,混合枝条和当年生枝条饲养的松褐天牛成虫平均存活期极显著长于2年生枝条和3年生枝条( $\alpha = 0.01$ ),混合枝饲养和当年生枝饲养松褐天牛成虫存活期差异不显著;2年生枝条饲养与3年生枝条饲养松褐天牛成虫存活期差异不显著( $\alpha = 0.05$ )。表明混合枝是松褐天牛的最适补充营养材料,单龄级枝随龄级增加,松褐天牛的不

表1 象山不同补充营养材料松褐天牛存活期统计(2001年)

项目	混合枝	当年生枝	2年生枝	3年生枝
虫数/头	42	43	40	43
存活期幅度/d	8 109	6 144	6 87	8 92
平均存活期/d	62.7	56.8	35.1	26.9

表2 象山不同补充营养材料松褐天牛成虫存活期方差分析

差异源	SS	Df	MS	F	$F_{0.01}$
处理	37 116.87	3	12 372.29	13.901 39**	3.903
误差	145 960.6	164	890.004		
总计	183 077.5	167			

表3 象山不同补充营养材料饲养松褐天牛成虫存活期多重比较

处理	存活期均值/d	$x_i - x_4$	$x_i - x_3$	$x_i - x_2$
混合枝	62.7	35.8**	27.6**	5.9
当年生枝	56.8	29.9**	21.7**	
2年生枝	35.1	8.2		
3年生枝	26.9			

适应性增加。

## 2.2 不同补充营养材料饲养松褐天牛成虫取食

2.2.1 不同补充营养材料条件的虫均取食量 在不同补充营养材料条件下, 松褐天牛成虫平均存活期存在显著差异, 成虫存活期的长短与其取食直接相关。不同补充营养材料条件下各饲养笼虫均取食量见表 4。各种补充营养材料条件下松褐天牛虫均取食量方差分析见表 5。

由表 5 可见, 不同补充营养材料条件下松褐天牛成虫均取食存在显著差异, 当年生枝饲养虫均取食量最大, 而 2 年生及 3 年生枝条饲养虫均取食明显减少, 方差分析表明, 不同补充营养条件下, 松褐天牛虫均取食量差异极显著( $\alpha = 0.01$ ), 对虫均取食量进行 Q 法多重比较以确定各种补充营养材料之间的差异来源。

对各补充营养材料虫均取食量列梯形表, 并计算极差, 结果见表 6( $q_{0.01} = 78.976$ ,  $q_{0.05} = 64.119$ )。多重比较表明, 当年生枝饲养松褐天牛虫均取食量与混合枝饲养松褐天牛虫均取食量无显著差异, 而极显著大于以 2 年生枝及 3 年生枝饲养之松褐天牛取食量( $\alpha = 0.01$ ); 混合枝饲养天牛取食量显著大于 3 年生枝条饲养之天牛( $\alpha = 0.05$ ), 而与 2 年生枝条饲养之天牛取食量无显著差异。

2.2.2 不同补充营养材料条件下的日均取食量 松褐天牛虫均取食量与其存活期密切相关, 为进一步分析不同补充营养条件下松褐天牛取食差异, 分析各补充营养条件下的日均取食量, 结果见表 7。不同补充营养材料日均取食量方差分析见表 8。可见以不同补充营养材料进行饲养, 松褐天牛在相同环境中日均取食存在极显著差异。

为进一步明确各补充营养材料间的日均取食量差异情况, 进行 Q 法多重比较。不同补充营养材料日均取食量列梯形表, 并计算极差, 结果见表 9( $q_{0.01} = 1.051$ ,  $q_{0.05} = 0.853$ )。

表 4 象山松褐天牛成虫虫均取食量 (2001 年)

处 理	混合枝	当年生枝	2 年生枝	3 年生枝
饲养笼数/ 个	8	8	8	8
取食量幅度/ $\text{cm}^2$	21.64	56.78	14.59	1.38
取食量均值/ $\text{cm}^2$	242.02	221.68	69.96	47.05
取食量均值/ $\text{cm}^2$	98.05	140.29	41.27	26.38

表 5 不同补充营养材料松褐天牛虫均取食量方差分析

差异源	SS	Df	MS	F	$F_{0.01}$
处理	66 300.32	3	22 100.11	10.05**	4.57
误差	61 585.03	28	2 199.47		
总计	127 885.35	31			

表 6 象山松褐天牛虫均取食量多重比较 (2001 年)

处理	虫均取食量/ $\text{cm}^2$	$x_i - x_4$	$x_i - x_3$	$x_i - x_2$
当年生枝	140.29	113.91**	99.02**	42.24
混合枝	98.05	71.67*	56.78	
2 年生枝	41.27	14.89		
3 年生枝	26.38			

表 7 象山松褐天牛虫日均取食量 (2001 年)

处 理	混合枝	当年生枝	2 年生枝	3 年生枝
饲养笼数/ 个	8	8	8	8
日均取食量变幅/ $\text{cm}^2$	1.26	1.68	0.76	0.36
日均取食量变幅/ $\text{cm}^2$	3.59	4.05	2.40	1.52
平均/ $\text{cm}^2$	1.83	2.53	1.44	1.11

表 8 象山松褐天牛不同补充营养材料日均取食量方差分析

差异源	SS	Df	MS	F	$F_{0.01}$
组间	8.90	3	2.97	7.62**	4.57
组内	10.90	28	0.39		
总计	19.80	31			

由表9可见,松褐天牛成虫以不同补充营养材料进行饲养,当年生枝饲养日均取食量最大,并极显著地大于仅以2年生枝和3年生枝饲养的松褐天牛日均取食量( $\alpha=0.01$ ),但与混合枝饲养者差异不显著( $\alpha=0.05$ );混合枝饲养天牛日均取食量与2年生枝及3年生枝饲养者差异不显著( $\alpha=0.05$ )。

表9 不同营养材料松褐天牛日均取食量多重比较

处理	均值/ $\text{cm}^2$	$x_i - x_4$	$x_i - x_3$	$x_i - x_2$
当年生枝	2.53	1.42 <sup>**</sup>	1.09 <sup>*</sup>	0.70
混合枝	1.83	0.71	0.39	
2年生枝	1.44	0.33		
3年生枝	1.11			

表10 不同龄级枝条虫均取食量(2001年)

项目	枝条龄级		
	当年生枝	2年生枝	3年生枝
取食量幅度/ $\text{cm}^2$	13.16	5.49	2.99
	76.92	36.22	29.32
平均/ $\text{cm}^2$	49.07	22.63	17.22
占总量/%	55.19	25.45	19.37

2.2.3 松褐天牛对不同龄级枝条的取食嗜好 在有选择饲养,即混合枝饲养条件下,松褐天牛对各龄枝条的取食情况见表10。由表可见,松褐天牛在有选择条件下对各龄枝条的喜好顺序为当年生枝、2年生枝和3年生枝,并且取食量有明显差异,当年生枝取食面积占总面积的一半以上(55.19%),2年生枝取食面积占总面积的1/4(25.45%),3年生枝条取食面积最小,仅占总面积的19.37%。对各龄枝条被取食面积进行方差分析(见表11)。结果显示不同龄级枝条间被取食面积存在极显著差异( $\alpha=0.01$ )。

对各龄级枝条取食量均值列梯形表,并计算极差,结果见表12( $q_{0.01}=20.76$ 、 $q_{0.05}=16.04$ )。显示松褐天牛在自由选择条件下,对当年生枝的取食面积积极显著地大于对2年生枝和3年生枝的取食面积( $\alpha=0.01$ );2年生枝和3年生枝条的被取食面积没有显著差异( $\alpha=0.05$ )。

表11 不同龄级枝条被取食面积方差分析

差异源	SS	Df	MS	F	F <sub>0.01</sub>
组间	4 647.19	2	2 323.59	14 37 <sup>*</sup>	5.78
组内	3 394.48	21	161.64		
总计	8 041.67	23			

表12 不同龄级枝条取食面积多重比较

枝龄	取食均值/ $\text{cm}^2$	$x_i - x_3$	$x_i - x_2$
当年生枝	49.07	31.85 <sup>**</sup>	26.44 <sup>*</sup>
2年生枝	22.63	5.41	
3年生枝	17.22		

### 3 结论与讨论

(1) 松褐天牛成虫羽化后通过补充营养以完成生理后熟,并获取维护存活和繁殖的各种物质和能量。不同补充营养材料条件下松褐天牛平均存活期存在显著差异,单龄级枝条饲养存活期短于混合枝饲养,并随龄级增加而依次降低。这种存活期的变化与取食活动密切相关,日均取食量分析表明不同补充营养材料条件下松褐天牛日均取食量存在显著差异,当年生枝取食量最大,极显著大于2年生枝和3年生枝取食量,而混合枝饲养日均取食量与各单龄枝日均取食均无显著差异,表明混合枝是松褐天牛最适补充营养材料。各单龄枝条饲养松褐天牛能正常存活,但存活期缩短,表明各龄级枝条均包含了松褐天牛维持生存所需的物质,但其获得的难易程度存在差异。

(2) 有选择条件下的饲养取食量表明,自然状态下松褐天牛同期取食不同龄级枝条,以最经济地获得完成生理后熟和维持生存所需的各种物质。当年生枝条为松褐天牛最主要的物质

来源, 松褐天牛对当年生枝的取食量占全部取食的 55% 以上, 而 2 年生枝和 3 年生枝的取食量则渐次减少, 此结果与柴希民等<sup>[3,5]</sup>的报道相似。

(3) 松褐天牛的取食活动和取食量受内外因素的控制。内在因素包括自身发育期、饥饿程度和其它生理状态。外来因素包括食物的理化性质、生存环境的光照、温度及其它能产生感觉刺激的条件。本研究中, 松褐天牛来源于同一群体, 除补充营养材料外的饲养条件基本相同, 因此可以认为各处理间松褐天牛起点相同, 后期生理状态差异应由饲养过程中产生, 即取食活动的差异引起。而取食活动的差异在本研究中取决于食料的理化性质, 即不同年龄枝条中内含物及相互比例的差异。食料内含物根据其对昆虫取食行为的影响可分为助食因素、阻碍因素。助食因素主要是一些味觉物质, 如糖类、氨基酸、甾醇、磷脂、水分及部分次生物质, 而阻碍因素主要是一些次生物质。就松褐天牛这类单食性昆虫而言, 其对取食的诱发因素反应较专一, 因此其取食活动主要取决于食料中的助食因素<sup>[7]</sup>。碳水化合物特别是其中的糖类是昆虫能量需求的主要来源, 同时也是最主要的助食因素。当年生枝条表皮层木质化程度低, 水溶性糖含量高, 因此成为松褐天牛取食的首选目标, 某些高龄枝条富含的物质成分相对不足, 因此松褐天牛通过大量取食来满足需要, 使其平均存活期与混合枝饲养平均存活期接近。而随着枝龄的增加, 助食因素相对减少, 阻碍因素增加, 从而导致松褐天牛相对不喜食, 但其中含有松褐天牛存活所必须的物质, 故仍需取食以满足需要。由于昆虫要求食料营养成分有合适的比例, 某些成分的欠缺或不平衡产生代谢压力, 并最终表现在存活期及繁殖上。因此认为, 单龄级枝条营养条件的不平衡是导致松褐天牛成虫存活期缩短的基本原因。

(4) 不同补充营养材料条件下成虫存活期的显著变化表现了不同龄级枝条所含松褐天牛生存必需物质在成分和比例上的差异, 这种成分和比例的差异及其对松褐天牛成虫代谢过程的影响尚有待进一步研究。

#### 参考文献:

- [1] 宋世涵, 张连芹, 黄焕华, 等. 松墨天牛生物学的初步研究[J]. 林业科技通讯, 1991(6): 9-13
- [2] 严敖金. 松墨天牛生物学特性的研究[A]. 见: 杨宝君, 朱克恭, 周元生, 等. 中国松材线虫病的流行与治理[C]. 北京: 中国林业出版社, 1995. 89-103
- [3] 柴希民, 蒋平, 崔鹏程, 等. 松褐天牛成虫补充营养特性研究[J]. 浙江林业科技, 2001, 21(1): 9-12
- [4] 徐福元, 席客, 杨宝君, 等. 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): 215-218
- [5] 张世渊, 来燕学, 周成枚, 等. 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
- [6] 北京林学院. 数理统计[M]. 北京: 中国林业出版社, 1980. 184-185
- [7] 钦俊德. 昆虫与植物的关系, 论昆虫与植物的相互作用及其演化[M]. 北京: 科学出版社, 1987. 133-149

## Impacts of Adult Feeding Materials on the Life Span of *Monochamus alternatus*

LIN Chang-chun<sup>1</sup>, LU Gao<sup>2</sup>, ZHOU Cheng-mei<sup>2</sup>, ZHAO Jin-nian<sup>1</sup>

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;

2. Forest Pest Management and Quarantine Station of Xiangshan County, Zhejiang Province, Xiangshan 315700, Zhejiang, China)

**Abstract:** To investigate the impacts of feeding materials on the adult life span of *Monochamus alternatus*, major vector of the fatal disease PWN, adult pine sawyers were reared with four kinds of feeding materials, namely mixed twigs, current year twig, two year old twig and three year old twig in Xiangshan, Zhejiang Province in 2001. Results showed that the Japanese pine sawyer fed with mixed twigs got the longest average life span. When reared with non-selective twigs, the average life span shortened sharply with age of feeding twigs. The changes of life span were highly related with the feeding behaviors. Calculated as per beetle, current year twig got the largest feeding volume, which was remarkably bigger than those of two year twig and three year twig. Calculated as per beetle per day, current year twig also got the biggest figure and remarkably larger than those of two year twig and three year twig. However, feeding volume of mixed twigs was not remarkably different with any of the single year old twigs, which meant that when fed with single year old twig, the pine sawyer increased its feeding volume. Feeding volumes of different year old twigs in the mixed twigs rearing showed that current year twig was the dominant feeding materials, more than 55% of the total volume, while the pine sawyer feeding on each year old twig simultaneously.

**Key words:** *Monochamus alternatus*; adult life span; feeding materials