

马栏林区红脂大小蠹及天敌昆虫诱捕效果研究

张中社¹, 赵俊侠¹, 乔 宽²

(1. 杨凌职业技术学院, 陕西 杨陵 712100; 2. 吴起县人民政府办公室, 陕西 吴起 717600)

摘 要:对陕西省旬邑县马栏林场 8 个林区小班红脂大小蠹(*Dendroctonus valens*)进行诱捕及数据分析,对每个诱捕器内红脂大小蠹的平均变化数进行了数学模拟回归,并建立了数学模型。结果表明,红脂大小蠹成虫及天敌昆虫的发生均呈“S”变化,其最高日出虫时期在 6 月上旬。“S”形变化曲线具体分为缓慢增加期(3 月下旬—4 月下旬)、快速增加期(5 月上旬—5 月下旬)、快速减少期(6 月上旬—6 月下旬)和缓慢减少期(7 月上旬—7 月下旬)4 个阶段;红脂大小蠹雌虫总数以及日出虫数均高于雄虫,且高峰期早出现 2 d 左右。成虫总数也高于天敌昆虫数量,高峰期早出现 2 d。

关键词:红脂大小蠹;诱捕;数学模型分析

中图分类号:S763.38 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2015)05-0172-04

Trapping Effects of *Dendroctonus valens* and Its Natural Enemies

ZHANG Zhong-she¹, ZHAO Jun-xia¹, QIAO Kuan²

(1. Yangling Vocational & Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. Wuqi County people's Government Office, Wuqi, Shaanxi 717600, China)

Abstract: Trapping test was conducted in Malan Forest Farm in Xunyi, Shaanxi Province. Relative data were analyzed. Average variation number trapped was analyzed, and a mathematical model was established. The occurrence of *D. valens* and its natural enemies varied in S-shape. The highest period of occurrence was in early June. The S-shape variation could be divided into the 4 stages: slowly increasing period (late March to late April), rapidly increasing period (May), rapidly decreasing period (June) and slowly decreasing stage (July). The female over numbered the male, and its peak number appeared about 2 d earlier than the later. *D. valens* overnumbered its natural enemies and 2 d earlier in occurrence of maximum number than the enemies.

Key words: *Dendroctonus valens*; trapping; mathematical model analyzing

红脂大小蠹,亦称强大小蠹,是一种蛀干性害虫^[1]。在我国为一新记录的外来入侵种,国外分布于北美洲和中美洲的美国、加拿大、洪都拉斯等国^[2]。国内众多学者对其生物学特性和防治技术开展了系统研究^[3-5]。在众多的防治方法中,应用引诱剂防治红脂大小蠹以其经济、简便、无污染的优点,成为监测和防治该虫的重要方法^[6]。20 世纪 90 年代末传入我国山西,危害程度日益严重,现已传播到河南、河北、陕西和北京等省(市),主要为害树龄 20 a 以上的油松^[7],国家林业局已将红脂大小蠹纳入

国家级林业有害生物^[8]。2012 年,在马栏林场针对红脂大小蠹危害较重的 8 个林区开展了诱捕器诱捕试验,初步掌握了红脂大小蠹成虫及天敌昆虫发生规律。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地设在陕西省旬邑县东北部的马栏林场石底营林区。马栏林场位于子午岭南段,地处 108°27′—108°52′E、35°9′—35°33′N。该区域属暖温带半

湿润地区,年均气温 7.1℃,极端低温-24℃,1 月份均温-6.0℃,7 月份均温 20.0℃;≥10℃ 积温 2 294.0℃。无霜期 160~180 d,晚霜在 5 月上旬。光照时数 2 340 h/a。年降雨量 630 mm 左右,主要集中在 7-9 月;雨热同期。海拔高度在 1 000~1 700 m,相对高差 200~400 m,坡度为 25°左右。本区土壤主要为褐土,其次分布少量黑垆土(农田)、红色土(沟谷下部)。土壤成土母质为黄土,土层较薄;质地偏轻,结构疏松,组成多中壤,保水保肥力较差。本区植被类型复杂多样,主要为次生油松林(含辽东栎-油松混交林)、山杨林、白桦林、辽东栎林(含与山杨、白桦的混交林)、虎榛子灌丛、黄蔷薇灌丛等。人工林有油松林、华山松林、刺槐林、侧柏林、沙棘林等。本试验林分为中龄的油松纯林或混交林。主要蛀干害虫有建庄油松梢小蠹(*Cryhalus tabulaeformis chienzhuangensis*)、松横坑切梢小蠹(*Tomicus minor*)、松纵坑切梢小蠹(*Tomicus piniperda*)、油松毛虫(*Dendrolimus tabulaeformis*)、油松球果小卷蛾(*Gravitar mata margarotana*)、松果梢斑螟(*Dioryctria mendacella*)等。2004 年 5 月在马栏林场的清水沟管护站所属的坪菜沟林班发现红脂大小蠹(*Dendroctonus valens*)危害,至今危害程度严重,并扩散到向甘肃与陕西交界的林区。

表 1 试验地基本概况及诱捕器位置

Table 1 General situation of the test field and the trapping sites

样地名称	林分类型	坡向	坡度/(°)	诱捕器位置	海拔/m	诱捕器数/个
玉兔桥	针叶林	W	20~30	坡底路边	1 100	20
八里桥	针叶林	E	4	河边	1 300	20
三合桥	针叶林	W	25	坡底洼地	1 100	20
清水沟	针阔叶混交林	E	10~30	山坡中下	1 100	72
麻子沟		W	25	坡底洼地	1 300	20
调令关	针叶林	W	25	山梁	1 500	20
后台子沟	针叶林	W	25~30	坡底洼地	1 500	17
莱菜坪	针叶林	W	25	坡底洼地	1 300	20

2 结果与分析

为了使调查结果更加可靠、准确,对 8 个样地分别统计诱捕红脂大小蠹雌雄数和天敌昆虫雌雄数,计算各样地每个诱捕器红脂大小蠹雌雄日平均数和天敌昆虫雌雄日平均数,然后再将 8 个样地日平均

1.2 试验材料

红脂大小蠹性聚集素诱芯由北京中捷四方生物有限公司生产。主要成分为β-蒎烯、3-蒎烯及添加剂。诱芯由缓释塑料小瓶、聚集素诱液、悬挂环 3 部分组成。诱捕器为山西省太原市三成塑料厂生产的 8 节漏斗状诱捕器。

1.3 诱捕器设置

红脂大小蠹在马栏林场主要分布于公路两边的油松林内,诱捕器顺沟口从坡底向坡顶依次悬挂,共计 209 个诱捕器。诱捕器前后左右的间距约 25 m,最下段距地面高度 60 cm,诱芯一般置于第 4 节诱捕器上。林缘、公路边油松林诱捕器一般距边缘不少于 8 m。诱芯每过 30 d 更换 1 次。4 月上旬开始悬挂诱捕器,从悬挂上开始,每隔 2 d 观察 1 次(3 d 观察 1 次)分别统计诱捕到的红脂大小蠹的雌、雄成虫数量。逐次记录于诱捕记载表中。

1.4 数据处理

2012 年 5 月,选取的 8 个危害严重的林区小班沿路架设诱捕器(表 1)。每日统计诱捕红脂大小蠹雌雄数、建庄梢小蠹雌雄数和天敌昆虫雌雄数。所有数据计算和统计采用 Excel、DPS^[9]和 MATLAB^[10]软件。

数再次计算平均数(即每个诱捕器日平均数)。

2.1 红脂大小蠹发生规律

为了更进一步了解红脂大小蠹的发生规律,将红脂大小蠹诱集数量与时间建立回归模拟方程。由表 2 可知,红脂大小蠹诱集总数量与时间的相关性极高。

表 2 红脂大小蠹发生规律回归方程及其诊断值

Table 2 Occurrence regularity, regression equation and diagnostic values

红脂大小蠹及天敌昆虫	回归方程	R	S
红脂大小蠹总数	$X=93.3947/(1+\exp(2.2302-0.063877t))$	0.9959	5.2546
红脂大小蠹雌虫	$X=28.3929/(1+\exp(1.6614-0.062220t))$	0.9911	0.9425
红脂大小蠹雄虫	$X=19.2449/(1+\exp(1.7455-0.067191t))$	0.9925	0.3982
天敌昆虫雌虫	$X=28.7446/(1+\exp(2.5961-0.060642t))$	0.9945	0.5448
天敌昆虫雄虫	$X=18.3407/(1+\exp(2.4743-0.058937t))$	0.9929	0.2802

从相关系数($R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$)、拟合剩余方差($S = \sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$)均可看出, Logistic 生长曲线较好地描述了红脂大小蠹发生规律。

从图 1 可以看出,红脂大小蠹及天敌昆虫发生呈“S”变化,分为缓慢增加期、快速增加期、快速减少期和缓慢减少期。Logistic 生长曲线上的 3 个拐点,下拐点为标志着红脂大小蠹越冬出蛰进入盛期,成虫防治工作应立即开始。上拐点则标志成虫活动盛期即将结束,数量逐渐减少,进入幼虫危害期。中拐点(成虫数量高峰值,也是图 2 的日诱集数量最大值)预示成虫正处在出蛰、交尾和觅寻寄主、产卵活动高峰期,也是成虫危害的高峰期,随后成虫危害降低,逐步转入幼虫危害期。根据成虫出现高峰期,可划定高峰前、后各一个月为防治、诱杀的关键时期,对指导红脂大小蠹非常重要。

从 Logistic 生长曲线和图 2 的红脂大小蠹日平均诱集量变化曲线可知,诱集的红脂大小蠹的雌虫种群数量明显多于雄虫,这意味着该区域的红脂大小蠹的繁殖潜力较强,其种群数量呈递增态势。从其危害来看,危害程度呈现持续加重的状况,防治工作需要继续,不能放松。

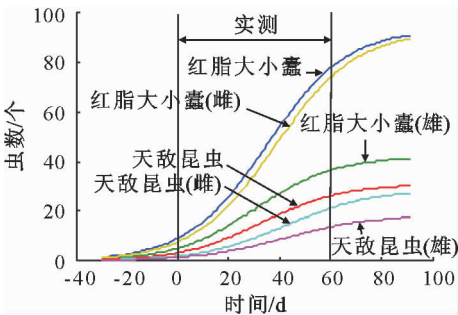


图 1 红脂大小蠹和天敌昆虫变化

Fig. 1 The charge of the *D. valens* and natural enemies insects

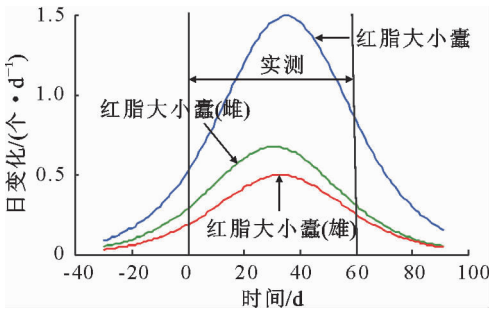


图 2 红脂大小蠹变化

Fig. 2 The charge one day of the *D. valens*

红脂大小蠹的天敌昆虫也呈现 Logistic 生长曲线反应的变化趋势,其数量低于红脂大小蠹的成虫

数量,天敌昆虫数量尚难以控制红脂大小蠹的危害。Logistic 生长曲线显示,红脂大小蠹的天敌昆虫的雌虫数量也多于雄虫,同样呈现递增趋势。因此,在红脂大小蠹防治中,应采取避免在天敌昆虫发生高峰期施药和选择对天敌昆虫相对安全的生物农药,最大限度保护天敌昆虫,发挥其作用。如果天敌昆虫数量接近红脂大小蠹数量,则不必开展防治,天敌昆虫可控制其危害。

2.2 红脂大小蠹日变化规律

对回归模拟方程求导以揭示调查时间以外红脂大小蠹的发生规律,其结果作理论图(图 2)。红脂大小蠹雌虫日变化在 3 月下旬—4 月下旬(−30~0 d,诱集开始日期为 0 起点)为缓慢增加期(0.001 0~0.102 5 个/d);5 月上旬—5 月下旬(0~32 d)为快速增加期(0.102 5~0.676 1 个/d);6 月 2 日(32 d),日增加数达到最大值 0.676 1 个/d;6 月上旬—6 月下旬(32~62 d)为快速减少期(0.676 1~0.091 4 个/d);7 月上旬—7 月下旬(62~93 d)为缓慢减少期(0.091 4~0.000 1 个/d)。

红脂大小蠹雄虫日变化在 3 月下旬—4 月下旬(−30~0 d)为缓慢增加期(0.000 7~0.098 7 个/d);5 月上旬—5 月下旬(0~34 d)为快速增加期(0.102 5~0.497 8 个/d);6 月 4 日(34 d),日增加数达到最大值 0.497 8 个/d;6 月上旬—6 月下旬(34~64 d)为快速减少期(0.497 8~0.097 8 个/d);7 月上旬—7 月下旬(64~94 d)为缓慢减少期(0.091 4~0.001 0 个/d)。

由图 2 还可知,红脂大小蠹的雌、雄成虫是同步发育的,该回归方程比较客观地反映了红脂大小蠹成虫活动规律。由于海拔、坡向导致积温的不同及红脂大小蠹个体间差异,该时期前后持续 50 d 余。

2.3 主要天敌昆虫日变化规律

对诱捕器中诱集到的天敌昆虫数量进行统计,红脂大小蠹主要天敌昆虫有蚁形郭公甲(*Thanasi-mus f ormiciarius*)、日本弓背蚁(*Camponotus japi-onicus*)、纤细阎甲(*Platysoma attenuate*)等^[11]。通过对诱捕的天敌昆虫统计,3 种天敌昆虫比例为 15.6%、42.9%和 41.5%。

由图 3 可看出,每个诱捕器内天敌昆虫总数日增加数在 3 月下旬—4 月下旬(−30~0 d)为缓慢增加期(0.000 9~0.205 6 个/d);5 月上旬—5 月下旬(0~34 d)为快速增加期(0.205 6~0.706 7 个/d);6 月 4 日(34 d),日增加数达到最大值 0.706 7 个/d;6 月上旬—6 月下旬(34~64 d)为快速减少期(0.706 7~0.208 2 个/d);7 月上旬—7 月下旬(64~94 d)为缓慢减少期(0.208 2~0.001 4 个/d)。

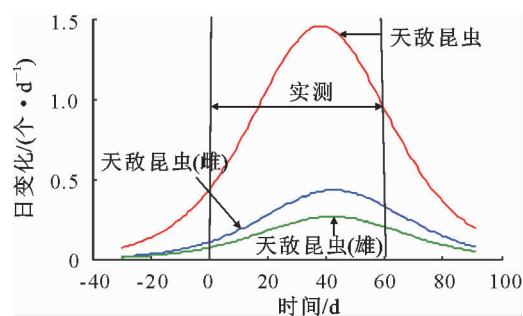


图 3 天敌昆虫日变化

Fig. 3 Daily charges of natural enemies

由图 4 可知,在红脂大小蠹诱捕器中捕获的天敌昆虫日变化与红脂大小蠹同步,并呈现追随现象,即天敌昆虫数量随着红脂大小蠹数量的增加而增加。红脂大小蠹先发生,天敌昆虫随后追随,并且天敌昆虫雌、雄虫日变化的高峰也具有同步性。

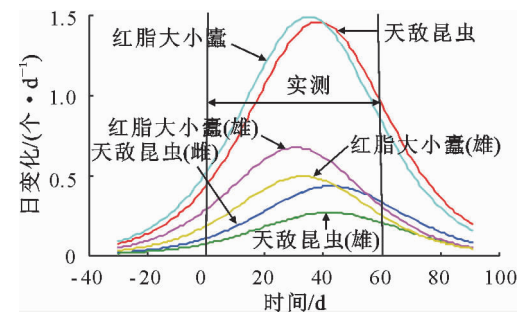


图 4 红脂大小蠹和天敌昆虫日变化

Fig. 4 Daily charge of *D. valens* and its enemies

虽然天敌昆虫日增加数量在 6 月 4 日后超越了红脂大小蠹,但天敌昆虫总数量低于红脂大小蠹的种群数量,天敌昆虫尚不能完全控制红脂大小蠹的危害,还需要对松林系统辅助人为措施才能实现控制红脂大小蠹的危害之目标。

3 结论与讨论

通过对 209 个红脂大小蠹诱捕器成虫诱捕数量数据分析以及天敌昆虫的调查,经数学模型分析,红脂大小蠹、天敌昆虫发生均呈现 Logistic 生长曲线“S”变化。其缓慢增加期在 3 月下旬—4 月下旬,快速增加期在 5 月上旬—5 月下旬,快速减少期在 6 月上旬—6 月下旬,缓慢减少期在 7 月上旬—7 月下旬。红脂大小蠹成虫总数的日变化高峰期出现在 6 月 2 日,天敌昆虫总数的日变化高峰期在 6 月 4 日。红脂大小蠹成虫雌虫总数以及日出虫数均高于雄虫且高峰期早出现 2 d 左右。

红脂大小蠹诱集试验表明,马栏林区的红脂大小蠹种群仍处于发展时期,危害还会持续,必须加强其监测工作,并抓住关键时期积极开展有效的防治,采取立木磷化铝熏蒸、树干喷药、药剂涂环等防治方法控制红脂大小蠹的危害^[12-13]。尽管红脂大小

蠹传入本区多年,也发现了多种天敌昆虫,但在马栏林区尚未形成有效的优势天敌昆虫种群,红脂大小蠹种群控制仍需要人为干预,否则危害会进一步加重。由于马栏林区没有气象站,红脂大小蠹成虫发生期的温度资料缺乏,未能建立日温度与成虫出现的相关预测模型,有待进一步研究。各年度的春季的温度回升的速度不同,红脂大小蠹成虫出现的高峰日期可能提前或推后,不尽一致。

参考文献:

[1] 孙永明,樊慧萍,苗俊玲.不同诱捕器对红脂大小蠹引诱效果的研究[J].山西林业科技,2004(4):21-22.

[2] 潘杰,王涛,宗世祥,等.北京地区红脂大小蠹空间分布型与抽样技术研究[J].昆虫知识,2010,47(6):1189-1193.

[3] 张历燕,陈庆昌,张小波.红脂大小蠹形态学特征及生物学特性研究[J].林业科学,2002,38(4):95-99.

ZHANG L Y, CHEN Q C, ZHANG X B. Studies on the morphological characters and bionomics of *Dendroctonus valens* leconte[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2002, 38(4): 95-99. (in Chinese)

[4] 贺虹,李孟楼,郭新荣,等.红脂大小蠹生物学特性研究[J].西北林学院学报,2005,20(1):140-142.

HE H, LI M L, GUO X R, et al. Studies on the bionomics of *Dendroctonus valens*[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(1): 140-142. (in Chinese)

[5] 高宝嘉,信金娜,关慧元,等.红脂大小蠹的发生和危害规律[J].动物学杂志,2003,38(5):71-78.

[6] 刘满光,徐振,赵玉芬,等.红脂大小蠹诱捕效果影响因子调查与分析[J].林业科技开发,2006,20(6):28-31.

[7] 郭保平.红脂大小蠹诱捕效果影响因素分析[J].内蒙古林业科技,2012,38(4):58-59.

[8] 姚剑,张龙娃,余晓峰.入侵害虫红脂大小蠹的研究进展[J].安徽农业大学学报,2008,35(4):416-420.

YAO J, ZHANG L W, YU X F. Advances in red turpentine bark beetle *Dendroctonus valens* leconte[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2008, 35(4): 416-420. (in Chinese)

[9] 唐启义,冯明光.实用统计分析及其 DPS 数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002.

[10] 姚兆林. MATLAB 6x 图像处理[M].北京:清华大学出版社,2002.

[11] 王培新,贺虹,李健康,等.陕西红脂大小蠹天敌种类调查[J].昆虫知识,2007,44(2):249-251.

[12] 王培新,李有忠,贺虹,等.红脂大小蠹化学防治技术研究[J].西北林学院学报,2005,20(1):143-147.

WANG P X, LI Y Z, HE H, et al. A study on chemical control of *Dendroctonus valens*[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(1): 143-147. (in Chinese)

[13] 李有忠,王福海,王培新,等.营林技术措施对红脂大小蠹控制效果研究[J].西北林学院学报,2006,21(2):113-116.

LI Y Z, WANG F H, WANG P X, et al. The study on control effect of silvicultural treatment to *Dendroctonus valens*[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006, 21(2): 113-116. (in Chinese)