

麻疯树蛀梢斑螟生物学特性观察 及其防治药剂筛选*

肖春莲^{1**} 周建华^{1,2***} 郭亨孝^{1,3} 刘应高¹ 肖银波² 冯波⁴

(1. 四川农业大学 雅安 625014; 2. 四川省林业科学研究院 成都 610081;

3. 四川省林业厅 成都 610066; 4. 德阳市林业局 德阳 618000)

Biological characteristics of *Oncocera faecella* infesting *Jatropha curcas* and screening of pesticides.

XIAO Chun-Lian^{1**}, ZHOU Jian-Hua^{1,2***}, GUO Heng-Xiao^{1,3}, LIU Ying-Gao¹, XIAO Yin-Bo², Feng Bo⁴
(1. Sichuan Agriculture University, Ya'an, Sichuan 625014, China; 2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu 610066, China; 3. Sichuan Forestry Office Chengdu 610066, China; 4. Forestry Bureau of Deyang City, Deyang, Sichuan 610081, China)

Abstract The biological characteristics of *Oncocera faecella* Zeller, which has been found to cause disease in *Jatropha curcas* L. plantations in the Panzhihua and Huili regions, are described, and the effectiveness of potential pesticides to control this pest evaluated. The study population of *O. faecella* had five generations a year, female fecundity was (29 ± 17.05) , the egg stage was (7 ± 1) d and hatchability was 93.23%. There were four larval instars. The amount of food consumed by 1st and 2nd instar larvae accounted for 10.6% of larval growth, much lower than the amount consumed by in 3rd and 4th instar larvae which accounted for 89.4%. The pupal stage was about 16 d, with a sex ratio of 1.04 (F):1 (M) and 88.96% eclosion. The adult lifespan was generally 6–8 d. Newly hatched larvae burrowed into the leaf blade and later feed on young leaves damaging new growth. Fully grown larvae went into the pupal stage within a thin cocoon in either leaf litter or foliage but overwintered as old larvae. Spraying with $1.0 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and $0.5 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ Alphamethrin (4.5%) and $0.5 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and $0.25 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Acephate (30%) was effective in controlling 2nd and 3rd instar larvae.

Key words *Oncocera faecella*, *Jatropha curcas*, Lepidoptera, biological characteristics, pesticide, screening

摘 要 本文对攀西地区麻疯树(*Jatropha curcas* L.)人工林中的麻疯树蛀梢斑螟 *Oncocera faecella* Zeller 进行了生物学特性观察及其防治药剂筛选的研究。结果表明:该虫在攀西地区1年发生5代,每雌产卵量为 (29 ± 17.05) 个,卵期 (7 ± 1) d,孵化率93.23%;幼虫共4龄,1、2龄取食量小,占整个幼虫生长阶段的10.6%,3、4龄幼虫取食量大,占整个幼虫生长阶段的89.4%;蛹期 (13.11 ± 1.05) d,雌雄比为1.04 (F):1 (M),羽化率88.96%。成虫寿命为6~8 d。初孵幼虫仅取食叶肉,后缀嫩叶为害梢头,老熟幼虫在叶片上或枯枝落叶中织茧化蛹;以老熟幼虫越冬。对2龄和3龄幼虫进行防治药剂筛选,表明4.5%高效氯氰菊酯 $1.0 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $0.5 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、30%乙酰甲胺磷乳油 $0.5 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $0.25 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 有很好的防治效果。

关键词 蛀梢斑螟, 麻疯树, 鳞翅目, 生物学特性, 药剂, 筛选

* 资助项目:国家科技支撑计划林业项目:西南地区麻疯树良种选育及规模化培育综合利用关键技术研究示范(子专题:麻疯树生态系统健康影响及维持技术研究示范,专题编号:2007BAD50B03-3)。

**E-mail:semsxcl@163.com

***通讯作者,E-mail:Jianhua-8188@163.com

收稿日期:2009-10-14,修回日期:2010-02-03

麻疯树 (*Jatropha curcas* L.) 又名麻风树、小桐子、膏桐等, 为大戟科 (Euphorbiaceae) 麻疯树属植物^[1]。麻疯树种子含油量高, 有可能成为未来替代石化能源的生物能源树种^[2,3]。目前, 四川攀西地区已建设面积达 4 万多公顷的麻疯树生物柴油原料林基地^[4,5]。经调查, 攀西地区部分麻疯树人工林受麻疯树蛀梢斑螟 *Oncocera faecella* Zeller 危害, 此害虫属于鳞翅目 Lepidoptera 螟蛾科 Pyralidae。关于麻疯树蛀梢斑螟生物防治已有报道^[6], 但对其生物学特性及其防治未作系统阐述。笔者对麻疯树蛀梢斑螟的生物学特性和防治药剂筛选进行了观察和研究, 现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 供试虫源及药剂

供试虫源: 麻疯树蛀梢斑螟采自凉山州会理县鱼鲊乡麻疯树人工林种植基地 (N: 26.36994°、E: 101.93360°, 海拔: 1 052 m)。采集蛀梢斑螟幼虫 ($n = 390$ 头), 在攀枝花市米易县小得石苗圃, 用纱网将其套在室外麻疯树枝条上饲养, 自然条件下, 任其化蛹, 收集蛹带回室内, 单头置于直径为 3 cm 的小培养皿中, 待羽化后备用。

供试药剂: 4.5 % 高效氯氰菊酯 (广州市益农生化有限公司); 30% 乙酰甲胺磷乳油 (湖北沙隆达股份有限公司)

1.2 方法

1.2.1 麻疯树蛀梢斑螟饲养: 将羽化后的麻疯树蛀梢斑螟成虫雌雄配对, 每 5 对放入一个纱网, 套袋于室外的麻疯树枝条, 待成虫产卵、孵化、化蛹, 将蛹带回室内, 单头置于直径为 3 cm 的小培养皿中, 待羽化后重复饲养至整个年度。

1.2.2 形态描述: 利用 OLYMPUS - DP25 型解剖镜对麻疯树蛀梢斑螟卵、幼虫、蛹、成虫的活体标本及酒精浸泡标本进行观察。

1.2.3 生物学特性观察: (1) 发育进度、龄期及取食量确定: 将麻疯树蛀梢斑螟初产卵移至室内, 自然条件下观察, 待卵孵化后, 将幼虫置

于直径为 3 cm 的小培养皿中, 用 3 cm × 3 cm 的正方形麻疯树新鲜叶片饲养。1 龄群集饲养; 2 龄起单头饲养直至成虫。每组 10 头幼虫, 3 个重复。每日 9:00 更换叶片, 定时 9:00、13:00 和 17:00 在解剖镜下观察幼虫蜕皮情况及测量其头宽, 且及时给食完叶片的幼虫补充叶片, 利用坐标方格纸测定各龄幼虫取食面积 (cm^2) 并记录^[7]。直至化蛹、羽化, 记录各个虫态发育时间。(2) 产卵量、孵化率、化蛹率、雌雄比及羽化率: 选取雌雄配对 30 对成虫, 每对成虫用纱网单独套袋于麻疯树枝条上, 观察产卵量、孵化率、化蛹率。将蛹单头置于直径为 3 cm 的小培养皿中, 培养皿仍放置于纱网里, 统计成虫雌雄比、羽化率及成虫寿命。

1.2.4 生活史: 选取麻疯树蛀梢斑螟初产卵进行观察, 记录产卵量、幼虫各龄发育历期、待其蛹羽化后, 重复饲养整个年度。同时, 调查野外麻疯树蛀梢斑螟的发育虫态, 对麻疯树蛀梢斑螟各虫态发生期进行确定, 每 10 d 调查 1 次。

1.2.5 防治药剂筛选: 选具有触杀、胃毒两种作用的药剂。4.5 % 高效氯氰菊酯和 30% 乙酰甲胺磷乳油分别用清水配制成 $1.0 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.5 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.25 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1.25 \times 10^4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $6.25 \times 10^4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $0.5 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.25 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1.25 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $6.25 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $3.125 \times 10^4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液, 以清水处理作为对照。将药剂直接喷施于麻疯树叶片 (正反面)。挑选生长相对稳定、整齐的 2 ~ 3 龄幼虫 10 头为一处理, 自然条件下, 置于室内直径为 10 cm, 高为 10 cm 的养虫盒中, 每处理 3 个重复。用喷药后 2 d 的叶片, 连续饲养 2 d, 再用无药剂的新鲜叶片饲养, 每天定时更换叶片。饲养后 3、6 和 10 d 分别记录累计死亡虫体数, 最后计算累计虫口死亡率和校正死亡率。

1.3 数据分析

利用 SPSS 软件进行方差分析和统计分析, 数值采用平均值 $\pm$ SD 表示。

2 结果与分析

2.1 形态特征

2.1.1 成虫: 体长 10 ~ 15 mm, 翅展 16 ~ 20 mm, 全身被银灰色细小鳞片; 触角丝状, 密生短褐色鳞片, 口器浅灰色, 头、胸、腹部呈灰色; 前翅狭长, 密被灰色和深灰色鳞片, 翅缘有灰褐相间的细长茸毛。中室闭式, Cu 脉 4 叉式, 前翅 R 脉有共柄现象; 后翅仅翅缘密被鳞片, 透明膜质, 后翅 3 条 A 脉, Sc + R₁ 与 Rs 在中室合并, 接触。胸足的腿节和胫节被灰色鳞片, 跗节被褐色鳞片。腹部 10 节, 均着生银白色鳞片, 第 1 节退化, 第 9、10 节形成外生殖器。雌雄个体大小差异不明显。

2.1.2 卵: 初产的卵为白色椭圆, 长轴约 0.93 mm, 短轴约 0.70 mm, 聚产, 呈鱼鳞状不规则排列, 一般产于叶的正面、枝梢干及叶柄处, 极少数产于叶背面。卵由产出到孵化颜色从白色逐渐变微黄再变黑。

2.1.3 幼虫: 初孵幼虫身体为淡黄色略呈透明状, 背中中线不明显。随着龄期的增加, 幼虫身体颜色渐渐变为深绿色、褐色、深褐色, 预蛹期部分幼虫变为深紫红色或深绿色。幼虫头壳为褐色有光泽, 初孵时是透明, 咀嚼式口器, 触角前伸与口器平行; 幼虫 6 对侧单眼呈弧形对称分布于头壳两侧。幼虫身体分为 14 节, 头部为第 1 节, 胸部为第 2 ~ 4 节, 其余为腹部。胸足 3 对, 腹足 5 对, 趾钩单序; 幼虫背部有 9 条褐色条纹, 背中中线颜色最深, 其余均两两紧挨平行

排列于两边, 每节体壁体侧均着生有 3 根刚毛, 气门清晰, 椭圆形, 气门筛暗褐色, 围气门片黑色; 腹节上 3 根刚毛着生的位置呈白色, 中胸和第 8 腹节上两侧均有一黑色毛瘤, 中心着生一根较长的刚毛, 第 9、10 腹节较其余各节颜色稍浅。

2.1.4 预蛹: 停止取食至化蛹前这段时期的幼虫, 身体颜色变暗, 呈红褐色或深绿色, 全身缩短成梭形, 行动不明显, 喜欢藏于粪便、枯枝、叶等隐蔽处, 吐丝将自己全身缠绕。

2.1.5 蛹: 被蛹。纺锤形, 蛹长约 10 mm, 宽约 3 mm。初形成的蛹为绿色, 1 ~ 2 d 后, 颜色慢慢由下部向上部变为褐色, 最后全为褐色, 尾部有 6 个弯的臀棘, 中间 2 条较长。

2.2 生物学特性

2.2.1 生活史: 据观察, 在攀西地区, 蛀梢斑螟 1 年发生 5 代, 但在自然条件下, 由于光照和温度不完全相同, 个体的发育历期也存在差异 (表 1)。蛀梢斑螟以老熟幼虫在其为害处或蛀入枝梢里越冬。越冬代在翌年 5 月开始活动。大多数雌虫经过交配均可产卵, 6 月上旬, 第 1 代卵就可观察到, 至 6 月中旬第 1 代幼虫开始活动, 7 月上旬化蛹, 7 月中旬第 1 代成虫出现。越冬代完成整个世代约需 120 d 左右, 其它各世代所需时间不等 (图 1)。

表 1 蛀梢斑螟各虫态发育历期

虫态	卵	幼虫				预蛹	蛹	成虫	全世代
		1 龄	2 龄	3 龄	4 龄				
观察数 (头)	60	30	30	30	30	30	30	30	30
历期 (d)	7 ± 1.00	8 ± 1.17	4.75 ± 0.52	4.58 ± 0.58	5.36 ± 1.17	3.13 ± 0.64	13.11 ± 1.05	6.71 ± 1.11	52.64 ± 7.26

注: 表中数据为平均值 ± SD。

2.2.2 生活习性 成虫多在夜间羽化, 羽化率 88.96%, 雌雄比 1.04:1 (表 2), 成虫寿命 5 ~ 7 d, 雌虫寿命略长于雄虫。成虫羽化后 1 d 内即可交配, 产卵高峰期在羽化后 1 ~ 2 d 内。雌、雄虫均可多次交尾, 交尾后雄虫死亡。成虫一般静伏在叶片上, 不产生危害。雌虫一般产卵

30 ~ 40 粒左右, 可产 2 ~ 3 次。从产卵到孵化需要 (7 ± 1) d, 孵化率 93.23% (表 2)。孵化时, 由卵块的边缘向中心方向孵化, 在解剖镜下可见卵壳里, 幼虫头部及身体的运动及幼虫背部的棕色条纹。幼虫先用口器咬破卵壳, 伸出头, 接着伸出整个身体, 整个过程非常迅速, 一

一般在 5 s 内完成出壳,整个卵块孵化约 2 h,孵化比较整齐。部分幼虫在孵化后取食卵壳。幼虫蜕皮时,一般表现为先蜕皮,再蜕头壳。初孵幼虫喜群集取食,刚孵化时,幼虫迅速爬至叶的背面或最近的枝稍顶部的嫩叶上,喜欢从叶的边缘或其他害虫为害过的咬痕处取食,食后叶片呈网状。1 龄虫只取食表面的叶肉组织,在其为害处幼虫吐丝将粪便覆盖在表面呈黑色煤灰状。2 龄幼虫也喜群集取食,食叶呈缺刻状,幼虫仅取食叶肉,不喜食叶脉。1、2 龄幼虫生长比较整齐;3、4 龄幼虫取食量急剧增大,叶、梢干、果实均喜食,此时幼虫间的虫体大小差异较大,喜分散取食,幼虫喜欢吐丝将叶片包裹起

来,藏在里面取食。各龄幼虫头宽与取食量的差异性较大,1、2 龄取食量较小,占整个幼虫生长阶段的 10.6%,3、4 龄幼虫取食量较大,占整个幼虫生长阶段的 89.4%,且 3 龄和 4 龄取食量接近。各个龄期幼虫头宽和取食量(表 3)。老熟幼虫还有蛀梢的习性。老熟幼虫化蛹时,身体颜色变暗,略呈红褐色,全身缩短成梭形,行动不明显,喜欢藏于枯枝、粪便等隐蔽处,吐丝将自己缠绕,等待化蛹。蛀梢斑螟产卵量、孵化率、化蛹率、羽化率、雌雄比见表 3。从表 3 可以看出,蛀梢斑螟孵化率可达 93.23%,化蛹率为 55.79%,羽化率 88.96%。

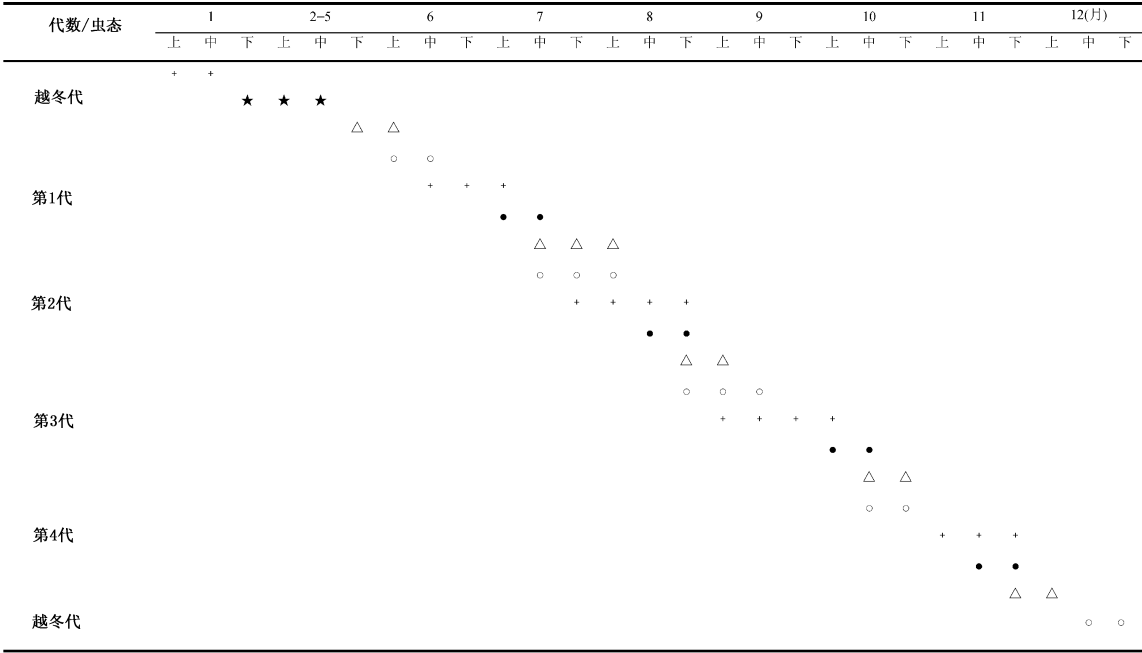


图 1 蛀梢斑螟生活史
○ 卵; + 幼虫; ● 蛹; △ 成虫; ★ 越冬幼虫

表 2 蛀梢斑螟产卵量、孵化率、化蛹率、羽化率及雌雄比

虫数	产卵量 (个)	孵化幼虫 (头)	孵化率 (%)	化蛹数 (头)	化蛹率 (%)	羽化数(只)		羽化率 (%)	雌雄比
						♀	♂		
30 对成虫	29 ± 17. 05	812	93. 23	453	55. 79	205	198	88. 96	1. 04: 1

表 3 蛀梢斑螟各龄幼虫头宽和取食量

幼虫	1 龄	2 龄	3 龄	4 龄
虫数(头)	30	30	30	30
头宽(mm)	0.23±0.02	0.49±2.80	0.86±0.67	1.36±1.37
取食量(cm ²)	0.61±0.23	2.32±0.97	10.52±8.75	14.55±29.87
占一生食量比(%)	2.20	8.43	42.15	47.22

2.2.3 室内药效 由表 4 和表 5 可见,4.5% 高效氯氰菊酯 $1.0 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.5 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 30% 乙酰甲胺磷乳油 $0.5 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.25 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液对蛀梢斑螟幼虫的防治效果非常明显,与其他处理相比均达到极显著水平($P < 0.01$)。其中 4.5% 高效氯氰菊酯 $1.0 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液在药后 10 d,校正死亡率达 100%,而 30% 乙酰甲胺磷乳油 $0.5 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.25 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液在药后 3 d 校正死亡率就达 100%。总体上看,随着 2 种药剂浓度的降低,幼虫的死亡率和校正死亡率明显降低,且死亡时间随药剂浓度降低而相应延长。

表 4 4.5% 高效氯氰菊酯对蛀梢斑螟幼虫的防治药效试验结果

药剂浓度 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	药前虫口数 (头)	药后 3 d		药后 6 d		药后 10 d	
		死亡率 (%)	校正死亡率 (%)	死亡率 (%)	校正死亡率 (%)	死亡率 (%)	校正死亡率 (%)
1.0×10^3	30	66.67±25.17aA	62.96±27.96aA	83.33±15.28aA	80.77±17.63aA	100.00±0.00aA	100.00±0.00aA
0.5×10^3	30	56.67±20.82aA	51.85±23.13aA	63.33±20.82acA	57.69±24.02aA	83.33±28.87aAB	77.27±39.36aAB
0.25×10^3	30	3.33±5.77bB	-7.41±6.42bB	3.33±5.77bB	-11.54±6.66bB	36.67±28.87bBC	13.64±39.36bBC
1.25×10^4	30	13.33±5.77bB	3.70±6.42bB	53.33±25.16cA	46.15±29.04aAC	100.00±0.00aA	100.00±0.00aA
6.25×10^4	30	6.67±11.54bB	-3.70±12.83bB	10.00±17.32bB	-3.85±19.99bBC	26.67±20.82bC	0.00±28.39bC
0	30	10.00±0.00bB	—	13.33±5.77bB	—	26.67±5.77bC	—

注:同列数据后不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平差异显著;同列数据后不同大写字母表示 $P < 0.01$ 水平差异极显著。(下表同)

表 5 30% 乙酰甲胺磷乳油对蛀梢斑螟幼虫的防治药效试验结果

药剂浓度 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	药前虫口数 (头)	药后 3 d		药后 6 d		药后 10 d	
		死亡率 (%)	校正死亡率 (%)	死亡率 (%)	校正死亡率 (%)	死亡率 (%)	校正死亡率 (%)
0.5×10^3	30	100.00±0.00aA	100.00±0.00aA	—	—	—	—
0.25×10^3	30	100.00±0.00aA	100.00±0.00aA	—	—	—	—
1.25×10^3	30	46.67±28.87bB	40.74±32.08bB	63.33±35.12aA	57.69±40.52aA	70.00±30.00aA	59.09±40.91aA
6.25×10^3	30	30.00±17.32bcB	22.22±19.25bB	46.67±15.28abA	38.46±17.63aA	66.67±11.55aA	54.55±15.75aA
3.125×10^4	30	30.00±17.32bcB	22.22±19.25bB	40.00±17.32abA	30.77±19.99aA	46.67±5.77abA	27.27±7.89aA
0	30	10.00±0.00cB	—	13.33±5.77bA	—	26.67±5.77bA	—

3 结论与讨论

麻疯树蛀梢斑螟是麻疯树人工林最新发现的一种虫害^[8],国内还未见对其生物学特性和防治方面的报道。本次研究对其作了较详细的形态特征描述,可能存在个体差异性,但不会影响对虫种的鉴定。本研究表明,麻疯树蛀梢斑螟的生活史较短。1 年可发生 5 代,幼虫的孵

化率、化蛹率和成虫的羽化率均高,幼虫对麻疯树的为害不仅仅限于叶,还有花和果实,且冬天蛀梢,对枝梢的损害极其严重。对麻疯树产生危害的仅仅是其幼虫,幼虫持续时间越持久,对麻疯树生长和果实产量影响就越严重。研究结果表明第 1 代幼虫的高发期在 6 月中下旬,故此时是最好防治时机。

防治药剂的筛选试验测定取得了很好的效

果。0.25% 高效氯氰菊酯 $0.25 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $6.25 \times 10^3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 在药后 3 d 和药后 6 d 的校正死亡率出现负值,这种现象可能是由于供试幼虫的个体大小,健康状况及敏感性等方面不一致所引起的^[9]。总的来看,随着药剂浓度的降低,校正死亡率也相应降低。但浓度为 $1.25 \times 10^4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 4.5% 高效氯氰菊酯在药后 10 d,校正死亡率也达到了 100%,这表明此药剂浓度可能与亚致死剂量相当^[10],也可能是因幼虫本身差异和实验误差所引起,这还需进一步观察研究。此结果还可为林间防治筛选药剂提供依据,在筛选药剂时还要考虑其他方面的因素,如:对环境的影响、对林内其他生物的毒杀情况等^[11,12]。此外,蛀梢斑螟为害状非常明显,冬季时聚集在枝梢处,呈虫苞状,可进行人工摘除虫苞,此方法在生产当中也较为实用。

温度是影响昆虫生长发育的一个重要因素^[13],在一定温度范围内,发育历期随温度升高而缩短,发育速率随温度的升高而加快^[14]。而在本研究中,同样可以反映这一特点。由于蛀梢斑螟幼虫对环境适应性很强,繁殖发育快,且麻疯树人工林树种单一,群落结构简单,物种多样性少,其危害呈上升趋势,如不对该虫及时采取有效控制措施,将对麻疯树生长和产量造成严重威胁。为了减少蛀梢斑螟危害,促进麻疯树人工林健康经营管理,还需对其生态响应和空间分布等作系统和长期的定位研究。

此外为了保护环境,还应加强对蛀梢斑螟天敌的研究,探索生物防治的有效途径。

参 考 文 献

- 林娟,周选围,唐克轩,等. 麻疯树植物资源研究概况. 热带亚热带植物学报,2004,12(3):285 ~ 290.
- Foidl N., Foidl G., Sanchez M., et al. *Jatropha curcas* L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua. *Bioresource Technol.*, 1996, **58**:77 ~ 82.
- Shah S., Sharma A., Gupta M. N. Extraction of oil from *Jatropha curcas* L. seed kernels by combination of ultrasonication and aqueous enzymatic oil extraction. *Bioresource Technol.*, 2005, **96**(1):121 ~ 123.
- Openshaw K. A Review of *Jatropha curcas* L.: an oil plant unfulfilled promise. *Biomass Bioenergy*, 2000, **19**(1):1 ~ 15.
- 于曙明,孙建昌,陈波涛. 贵州的麻疯树资源及其开发利用研究. 西部林业科学, 2006, **35**(3):14 ~ 17.
- Chitra S., Dhyani S. K. Insect pests of *Jatropha curcas* L. and the potential for their management. *Curr. Sci.*, 2006, **91**(2):162 ~ 163.
- 姚文辉,斜纹夜蛾的生物学特性. 华东昆虫学报, 2005, **14**(2):122 ~ 127.
- 周建华,肖银波,肖育贵,等. 四川攀西地区麻疯树人工林有害生物初步研究. 中国森林病虫,2008, **27**(7):24 ~ 27.
- 胡凤林,彭正松,蔡平钟,等. 甜菜夜蛾的人工饲养方法. 安徽农业科学,2008, **36**(1):68 ~ 69.
- 高海燕,王静,朱九生,等. 亚致死剂量甲氨基阿维菌素苯甲酸盐对家蚕食物利用的影响. 农药学学报,2008, **10**(3):297 ~ 302.
- 王小艺,沈佐锐. 亚致死剂量杀虫剂对异色瓢虫捕食作用的影响. 生态学报, 2002, **22**(12):2 278 ~ 2 284.
- 朱九生,王静,乔雄梧,等. 农药对家蚕 (*Bom byx mori* L.) 的亚致死效应研究进展. 生态学报,2008, **28**(7):3 334 ~ 3 343.
- 张爱民,刘向东,翟保平,等. 温度对灰飞虱生物学特性的影响. 昆虫学报,2008, **51**(6):640 ~ 645.
- 宋丽群,高燕,张文庆. 美丽青背姬小蜂生物学特性研究. 昆虫学报, 2003, **48**(1):90 ~ 94.

1 林娟,周选围,唐克轩,等. 麻疯树植物资源研究概况. 热