

# 管氏肿腿蜂对桑天牛幼虫的寄生行为及防治效果

王雪菲<sup>1</sup>, 陈孟<sup>1</sup>, 白嘉伟<sup>1</sup>, 刘鑫鑫<sup>1</sup>, 李会平<sup>1,2\*</sup>

(1. 河北农业大学林学院, 保定 071000; 2. 河北省林木种质资源与森林保护重点实验室, 保定 071000)

**摘要:** 桑天牛是重要的蛀干害虫, 管氏肿腿蜂是天牛科、小蠹科等钻蛀性害虫的重要寄生性天敌。本文以桑天牛幼虫为寄主, 分别接1、2、3头雌蜂, 观察寄生过程、发育历期、寄生率、产卵量、羽化率和后代性比及室内和田间防治效果。结果表明, 管氏肿腿蜂发育一代约31 d。管氏肿腿蜂接蜂后5 d, 雌蜂开始在寄主体表产卵, 5 d后卵孵化为幼虫, 5~7 d后开始化蛹, 14~16 d后羽化成虫。蜂虫比对管氏肿腿蜂的寄生过程及发育历期没有显著影响。但对寄生率、产卵量、羽化率和后代性比产生了明显的影响。当蜂虫比为1:1、2:1、3:1时, 随着蜂虫比增大, 管氏肿腿蜂的寄生率提高, 分别为66.67%、83.33%、83.33%; 产卵量亦增多, 分别为16粒、16.57粒、22.71粒; 羽化率逐渐降低, 分别为83.55%、80.30%、60.90%; 后代性比均呈现出雌蜂数量明显高于雄蜂的状态。管氏肿腿蜂对桑天牛幼虫有较高的寄生率, 在室内和田间平均寄生率分别为71.43%和67.78%。

**关键词:** 管氏肿腿蜂; 桑天牛; 蜂虫比; 防治效果

中图分类号: S476.3 文献标识码: A 文章编号: 1005-9261(2020)03-0335-05

## Parasitization of the Mulberry Longhorn Beetle *Apriona germari* by *Sclerodermus guani* (Hymenoptera: Bethyridae) in Laboratory and Field Trials

WANG Xuefei<sup>1</sup>, CHEN Meng<sup>1</sup>, BAI Jiawei<sup>1</sup>, LIU Xinxin<sup>1</sup>, LI Huiping<sup>1,2\*</sup>

(1. College of Forestry, Hebei Agricultural University, Baoding 071000, China; 2. Hebei Key Laboratory of Forest Tree Germplasm Resources and Forest Protection, Baoding 071000, China)

**Abstract:** *Apriona germari* is a primary wood boring insect pest, and *Sclerodermus guani* is one of the most important natural enemies of borer pests. In this paper, we reported results of developmental duration, parasitism rates, fecundity, emergence rates, and offspring sex ratios of and control efficacy under laboratory and field conditions by *S. guani* using larva of *A. germari* as host. The results show that parasitoid generation development time was about 31 d. Five d after exposure, the wasps began to lay eggs on the host, and the eggs hatched at 5 d since oviposition. Larva lasted 5 to 7 d and pupa developed for 14 to 16 d. Parasitoid-host ratios had a significant impact on the parasitism rates, fecundity, emergence rates and sex ratios of offspring wasp, whereas showed no influence on parasitic processes and developmental duration. When the parasitoid-host ratios were 1:1, 1:2 and 1:3, the parasitism rates increased with the ratios, being 66.67%, 83.33% and 83.33%, respectively. The fecundity also increased with the ratios, with 16.0, 16.57 and 22.71, respectively. However, the emergence rates decreased with the ratios, being 83.55%, 80.30% and 60.90%, respectively. The number of females in offsprings was significantly higher than that of males. Parasitism rates of *A. germari* larvae as high as 71.43% and 67.78% were recorded in laboratory and field, respectively.

**Key words:** *Sclerodermus guani*; *Apriona germari*; parasitoid-host ratios; control effect

收稿日期: 2019-06-19

基金项目: 河北省强势特色学科资助项目 (LX1803)

作者简介: 王雪菲, 硕士研究生, E-mail: 892035137@qq.com; \*通信作者, 博士, 教授, E-mail: 805737255@qq.com。

DOI: 10.16409/j.cnki.2095-039x.2020.03.011

桑天牛 *Apriona germari* 又称粒肩天牛, 为钻蛀性害虫, 在我国广泛分布, 取食桑树、杨树、苹果等多种林木, 尤其近年来在经济林区桑天牛危害有上升趋势, 已严重影响我国经济林和林业的发展<sup>[1,2]</sup>。管氏肿腿蜂 *Sclerodermus guani* Xiao et Wu 是天牛科、小蠹科等钻蛀性害虫幼虫和蛹的体外寄生蜂, 是我国广泛应用的防治蛀干害虫的重要天敌<sup>[3,4]</sup>, 在研究和应用中均得到了长足发展。张卫光等<sup>[5]</sup>研究了管氏肿腿蜂在双条杉天牛 *Semanotus bifasciatus* Motschulsky 幼虫上的产卵行为。林芳芳等<sup>[6]</sup>以松墨天牛 *Monochamus alternatus* 和管氏肿腿蜂为研究对象, 得出管氏肿腿蜂产卵前期随寄主体质量增大而延长, 随母蜂数量增多而缩短, 寄主体质量和母蜂数量对卵发育历期没有显著的影响。王小军和郭桂凤<sup>[7]</sup>利用管氏肿腿蜂防治双条杉天牛, 得出管氏肿腿蜂平均寄生率达 69.68%, 林间放蜂后侧柏的被害率由 22.78% 下降到 0.49%, 虫口密度下降率达 88.2%。丁俊男等<sup>[8]</sup>利用管氏肿腿蜂防治青杨脊虎天牛 *Xylotrechus rusticus* L., 在最佳虫蜂比为 1:3 时, 在室内和室外的寄生率分别为 100% 和 56.66%。徐克勤等<sup>[9]</sup>研究表明 7 月林间释放管氏肿腿蜂对松褐天牛 *Monochamus alternatus* 幼虫的校正寄生率为 37.50%~66.82%。姚万军和杨忠歧<sup>[10]</sup>在室内利用管氏肿腿蜂防治光肩星天牛 *Anoplophora glabripennis*, 1、2、3 龄幼虫平均致死率分别为 100%、92.10% 和 87.29%。杨文波等<sup>[11]</sup>研究表明在室内模拟防治试验中, 管氏肿腿蜂对咖啡灭字脊虎天牛 *Xylotrechus quadripes* Chevrolat 幼虫的寄生率达 61.18%, 林间放蜂试验中以单株罩笼放蜂法和隔株放蜂法防治效果最好, 寄生率为 38.38% 和 23.36%。

利用管氏肿腿蜂防治桑天牛目前还没有系统的研究。因此, 本文在明确管氏肿腿蜂对桑天牛幼虫寄生过程和寄生效率的基础上, 通过室内和野外寄生试验, 研究其防治桑天牛幼虫的潜能, 以期应用管氏肿腿蜂防治桑天牛提供理论依据和技术支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

管氏肿腿蜂雌蜂来自被寄生的青杨天牛, 由张家口市天敌繁育中心提供。

野外捕捉桑天牛成虫, 饲养于室内养虫笼中, 以桑树幼嫩枝条饲养。成虫交配并产卵于枝条内, 每日更换枝条, 从中剖取虫卵, 放在培养皿中并保持一定湿度(底部垫湿润脱脂棉, 上衬一层滤纸, 虫卵置于滤纸上面)。待其孵化后, 将孵化的幼虫接种于毛白杨 *Populus tomentosa* 2a 生枝条皮下, 饲养 20 d 用于试验。

### 1.2 管氏肿腿蜂对桑天牛幼虫的寄生行为

将桑天牛幼虫从杨树枝中剥出, 放入已灭菌的指形管(直径 1 cm, 长 6 cm)中, 分别按 1:1, 2:1, 3:1(蜂虫比)比例接入管氏肿腿蜂雌蜂, 设置 3 组重复, 每组 30 个指形管。置于 25 °C, RH 65% 人工气候室内。逐日观察, 记录寄生过程。研究不同蜂虫比对寄主发育历期、寄生率、产卵量、蜂卵的分布、羽化率和后代性比的影响。

### 1.3 管氏肿腿蜂对桑天牛幼虫的室内寄生试验

将接有 1 头 20 d 龄桑天牛幼虫的杨树枝条(约 30 cm 长), 放入养虫笼内, 每笼 30 个枝条, 共 3 笼。饲养 5 d 后, 按 4:1 的蜂虫比对笼内杨树枝上的桑天牛幼虫释放管氏肿腿蜂, 然后置于 25 °C, RH 65% 人工气候室内, 以不接蜂的处理作为对照。试验设 3 次重复。30 d 后剥开杨树枝, 统计桑天牛幼虫的剖出数量以及被管氏肿腿蜂寄生的数量。

### 1.4 林间放蜂试验

试验地设于河北农业大学标本园, 选择在杨树成片林区, 区域内以毛白杨人工林为主, 面积约 0.5 hm<sup>2</sup>, 密度为 1300 株, 树龄 15~20 a, 树高 12~15 m。桑天牛为害严重, 平均有虫株率 80% 以上。设置 3 个重复, 每个重复随机选取 60 棵树, 重复之间间隔 50 m。

在 2018 年 6 月的天牛幼虫期, 选择晴天进行释放, 试验时日平均温度 18 °C 以上, 最高温度 35 °C, 释放时间为上午 9:00。采用隔株放蜂法, 成虫羽化后 5 d, 按 4:1 的蜂虫比进行野外放蜂, 放蜂时先把蜂管棉塞打开, 管口倒插在树枝上, 用透明胶带固定在树干上。以不释放管氏肿腿蜂的林区为对照区。试验区和对照区以村庄隔开, 相距 1000 m, 以避免天敌迁移的影响。试验重复 3 次。放蜂前在试验区和对照区

选择有新鲜排粪孔的受害树进行标记, 60 d 后逐棵检查标记树木的排粪情况, 检查寄生效果, 以没有新鲜虫粪排出作为寄生标准, 由此计数该幼虫的存活。

### 1.5 数据统计与分析

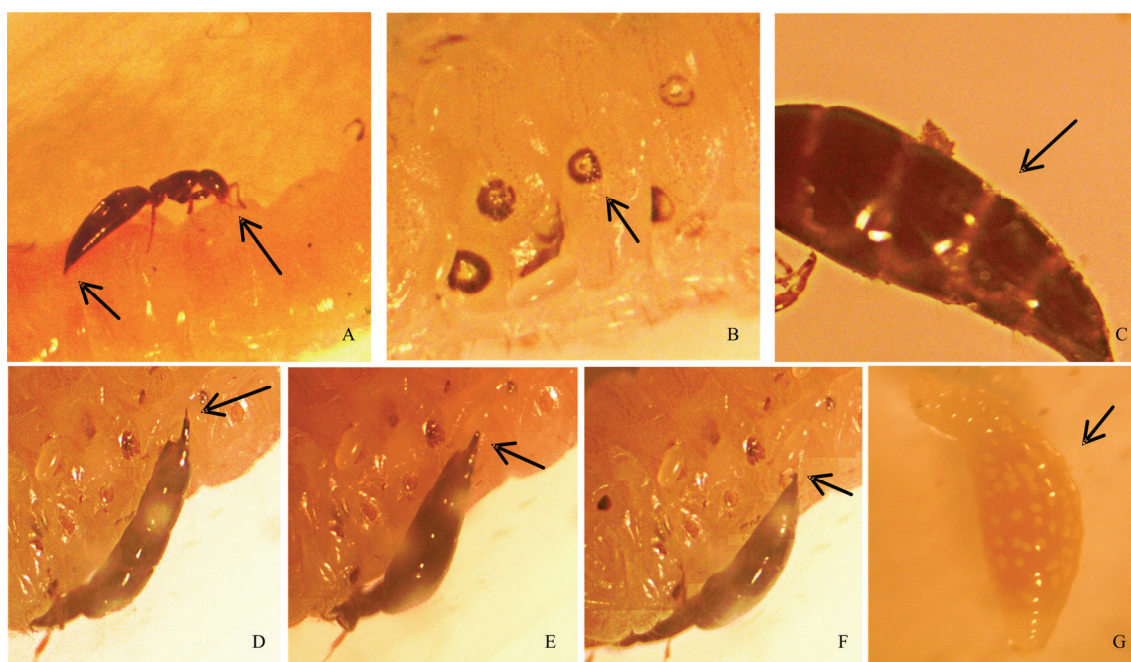
利用 Excel 2010 和 SPSS 21.0 软件进行数据处理, 各处理间差异分析采用 Duncan's 新复极差法检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 管氏肿腿蜂对桑天牛幼虫的寄生过程

在接蜂后, 管氏肿腿蜂首先在棉塞上聚集, 接着在寄主周围及体表爬行数圈后, 不断地用触角接触虫体, 随后用上颚撕咬或尾部刺蛰寄主 (图 1A), 寄主体表显现出一圈或黑色斑点的咬痕 (图 1B), 天牛不断翻滚。接蜂后 5 d, 天牛不再活动, 雌蜂开始在寄主体表产卵, 这时的雌蜂腹部变大, 节间呈透明状态 (图 1C), 产卵前先将毒针刺入寄主 (图 1D), 产卵过程中毒针收回 (图 1E) 至产卵结束 (图 1F)。5 d 后卵孵化为幼虫, 幼虫体表面有白色小斑点可见, 头尾均细尖 (图 1G), 在管内状态活跃。5~7 d 后开始吐丝结茧化蛹, 管内出现白色丝状物。14~16 d 后羽化成虫, 成虫活动能力较强, 在管内多集中在棉塞上。母蜂在卵孵化和幼虫发育过程中在寄主体表来回爬动。

管氏肿腿蜂在寄主体表产卵, 前两天产卵量大, 之后变化不再明显, 蜂卵呈不规律排列。管氏肿腿蜂一般将卵不规律产在寄主体表的节间区域, 卵大部分集中在寄主体表的两侧, 占寄主体表总产卵量的 67.14%, 背面和腹面较少, 占 32.86%。



A: 上颚撕咬或尾部刺蛰寄主 Bite the host with upper jaw or sting with the tail; B: 寄主体表的咬痕 Bite marks on the host; C: 腹节膨大透明 The ventral segment is enlarged and transparent; D: 产卵前毒针刺入寄主 Poison needle enters host before oviposition; E: 产卵过程中毒针收回 Poison needle is retrieved during eggs production; F: 产卵结束 End of eggs production; G: 幼虫 Larvae

图 1 管氏肿腿蜂在寄主体表的寄生过程

Fig. 1 Parasitic processes on the host body of *S. guani*

### 2.2 不同蜂虫比对管氏肿腿蜂发育历期的影响

不同蜂虫比对管氏肿腿蜂发育历期没有显著影响。不同蜂虫比下管氏肿腿蜂发育 1 代约 31 d, 从接蜂到产卵 5 d, 卵期 5 d, 幼虫期 5~7 d, 蛹期 14~16 d (表 1)。

### 2.3 不同蜂虫比对管氏肿腿蜂寄生率、产卵量、羽化率和后代性比的影响

不同蜂虫比下管氏肿腿蜂均能有效寄生, 但是蜂虫比不同, 寄生率、产卵量、羽化率显著不同。随着

蜂虫比变大,管氏肿腿蜂的寄生率增长,产卵量亦增多,羽化率逐渐降低。蜂虫比为 1:1 时,寄生率达 66.67%,每雌产卵量 16 粒,羽化率为 83.55%;蜂虫比为 2:1 时,寄生率达 83.33%,每雌产卵量 16.57 粒,羽化率为 80.30%。后代性比均呈现出雌蜂数量明显高于雄蜂的状态(表 2)。

表 1 不同蜂虫比下管氏肿腿蜂发育历期

Table 1 The developmental duration of *S. guani* under different parasitoid-host ratios

蜂虫比 Parasitoid-host ratios	接蜂到产卵 Preoviposition (d)	卵期 Egg stage (d)	幼虫期 Larval stage (d)	蛹期 Pupal stage (d)
1:1	5.0±0.0 a	5.0±0.0 a	5.8±0.3 a	15.2±0.4 a
2:1	5.0±0.0 a	5.0±0.0 a	5.4±0.2 a	15.6±0.2 a
3:1	5.0±0.0 a	5.0±0.0 a	5.4±0.4 a	15.6±0.4 a

注:表中同一列数据后不同小写字母表示 0.05 水平上差异显著(下同)。

Note: different letters after the same column at the table indicate significant differences at the 0.05 level (the same below).

表 2 管氏肿腿蜂在桑天牛幼虫体上的寄生率、产卵量、羽化率和后代性比

Table 2 The parasitism rates, eggs production, eclosion rates and offspring sex ratios of *S. guani* on larva of *A. germari*

蜂虫比 Parasitoid-host ratios	寄生率 Parasitism rate (%)	每雌产卵量(粒) Fecundity per female (grain)	羽化率 Eclosion rate (%)	后代雌雄比 Offspring sex ratio
1:1	66.67±0.00 b	16.00±1.524 a	83.55±4.870 a	11:1
2:1	83.33±0.00 a	16.57±1.66 a	80.30±3.70 a	9:2
3:1	83.33±4.81 a	22.71±2.73 b	60.90±0.52 b	10:1

## 2.4 管氏肿腿蜂对桑天牛幼虫的防治效果

在室内,桑天牛接种于杨树枝条后,第 3 d 开始逐渐排出新鲜蛀屑,视为成活。30 d 时,剥开树枝调查寄生情况,3 个养虫笼分别剖出桑天牛幼虫 28、24、28 头,被寄生 20、18、19 头,即平均 71.43% 的桑天牛被寄生,管氏肿腿蜂为成虫状态。在林间,无论是有新鲜虫粪排出的株数还是单株杨树上新鲜蛀屑的排出量均明显少于对照区。60 d 后,3 次处理分别调查桑天牛虫数为 48、49、45 头,被寄生 34、29、33 头,即林间处理区的平均死亡率达 67.78%。

## 3 讨论

本文研究中发现,在蜂虫比较大的情况下,少量管氏肿腿蜂在指形管壁上产卵的现象,分析原因可能是因为寄主体表卵密度大,致使部分母蜂不得不在管内壁上产卵。寄生 2 d 后,有些卵和天牛死亡,可能是因为过寄生,卵数量大,天牛体内的营养供应不足;也可能是寄生前期管氏肿腿蜂和桑天牛幼虫的搏斗,使幼虫不活跃,而寄生后又加速幼虫的死亡,同时卵也死亡。试验中还发现卵数量减少的现象,猜测可能是天牛体液过多,把卵闷死。

研究发现,室内防治效果优于林间防治效果,与程绍传等<sup>[12]</sup>研究管氏肿腿蜂在室内和林间两种试验条件下对松墨天牛入木幼虫的寄生结果一致。这主要是因为养虫笼内空间有限,限制了管氏肿腿蜂的活动范围,提高了管氏肿腿蜂对桑天牛幼虫的寄生率;而管氏肿腿蜂在野外需要搜寻寄主,同时也会遇到其他捕食性天敌的影响。

管氏肿腿蜂对桑天牛防治效果较好,分析原因可能和蛀道的特点有关,咖啡灭字脊虎天牛蛀道纵横交错,内填塞虫粪;松墨天牛蛀道呈“U”形;而桑天牛蛀道通直,内无粪屑,隔一定距离向外蛀一通气排粪屑孔,更利于管氏肿腿蜂寻找寄主。

从以上试验结果可以看出,利用管氏肿腿蜂防治桑天牛幼虫具有良好的效果。但最佳的蜂虫比以及利用管氏肿腿蜂在林间进行大面积防治试验还有待进一步的研究。

## 参考文献

- [1] 刘会梅,孙绪良,王向军. 桑天牛研究进展[J]. 中国森林病虫, 2002, 21(5): 30-33.  
 [2] 黄大庄,闫浚杰,王志刚,等. 桑天牛研究[M]. 北京: 科学出版社, 2015.

- [3] 罗丽林, 李莉. 管氏肿腿蜂的交配行为[J]. 昆虫学报, 2018, 61(5): 604-612.
- [4] 张旭, 谷凯, 丁哲. 应用管氏肿腿蜂防治害虫[J]. 吉林农业, 2015, 18: 94.
- [5] 张卫光, 孙绪良, 曲爱军, 等. 管氏肿腿蜂的寄生与产卵行为研究[J]. 昆虫天敌, 2004, 26(1): 28-33.
- [6] 林芳芳, 唐秀云, 孟玲, 等. 寄主体型大小和母蜂数量对管氏肿腿蜂产卵前期和发育历期的影响[J]. 南京农业大学学报, 2015, 38(4): 584-589.
- [7] 王小军, 郭桂凤. 应用管氏肿腿蜂防治双条杉天牛技术研究[J]. 中国森林病虫, 2007, 26(4): 28-29, 34.
- [8] 丁俊男, 宇佳, 迟德富. 利用寄生性天敌防治青杨脊虎天牛研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2016, 40(4): 107-112.
- [9] 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.
- [10] 姚万军, 杨忠歧. 利用管氏肿腿蜂防治光肩星天牛技术研究[J]. 环境昆虫学报, 2008, 30(2): 127-134.
- [11] 杨文波, 吴国星, 徐志强, 等. 管氏肿腿蜂对咖啡灭字脊虎天牛寄生作用的研究[J]. 环境昆虫学报, 2017, 39(2): 405-410.
- [12] 程绍传, 余金勇, 朱秀娥, 等. 管氏肿腿蜂在两种试验条件下对松墨天牛入木幼虫的寄生[J]. 中国森林病虫, 2007, 26(6): 9-11.