

九香虫交配产卵节律研究*

古欣瑶** 魏超 冯瑶 郭建军***

(贵州大学昆虫研究所, 贵州山地农业病虫害重点实验室, 贵阳 550025)

摘要 【目的】明确中国传统药食两用资源昆虫九香虫 *Aspongopus chinensis* Dallas 繁育特性, 为其人工养殖奠定基础。【方法】九香虫实验室内饲养观察其交配产卵的时间节律, 分析其交配次数与时长的关系。【结果】研究表明九香虫一天中的交配频次近呈“V”形, 两个交配高峰分别为 00:00—2:00 和 20:00—22:00, 在 10:00—16:00 一般不发生交配; 在交配总时长未达到 15 h 以前, 交配时长随雌虫的交配次数的增加而增加, 交配时长为 $(8.92 \pm 1.97) \sim (15.36 \pm 2.85)$ h; 产卵一般在 15:00—20:00 进行, 大约 5~6 min 产下一枚卵, 卵呈圆柱形, 产卵持续 1~2 h。【结论】九香虫交配产卵具有显著节律性, 雌虫的交配次数会显著影响其交配时长。

关键词 九香虫, 交配时间, 产卵时间, 多次交配

Mating and oviposition rhythms of *Aspongopus chinensis* Dallas

GU Xin-Yao** WEI Chao FENG Yao GUO Jian-Jun***

(Institute of Entomology, Guizhou University; The Provincial Key Laboratory for Agricultural Pest Management of Mountainous Region, Guiyang, 550025, China)

Abstract [Objectives] To clarify the breeding characteristics and lay a foundation for the artificial cultivation of the Chinese traditional edible and medicinal insect, *Aspongopus chinensis*, Dallas, 1851. [Methods] The mating and oviposition rhythms of *A. chinensis* were observed under laboratory conditions, and the relationship between time of mating and mating duration analyzed. [Results] The results showed that mating frequency had 2 daily peaks, one from 0:00 to 2:00 and a second from 20:00 to 22:00, with generally no mating activity between 10:00 and 16:00. The duration of mating activity increased with the frequency of multiple mating by females until a maximum of 15 h. The average duration of mating activity was (8.92 ± 1.97) to (15.36 ± 2.85) h. Oviposition occurred between 15:00 and 20:00. Females took about 5-6 minutes to lay a single egg, which were cylindrical, and 1-2 h to complete an entire clutch. [Conclusion] Mating and oviposition behaviors of *A. chinensis* have obvious diurnal rhythms, and multiple mating by females significantly prolongs the duration of mating activity.

Key words *Aspongopus chinensis* Dallas, mating time, oviposition time, multiple mating

九香虫 *Aspongopus chinensis* Dallas, 1851 隶属于昆虫纲 Insecta 半翅目 Hemiptera 兜蝽科 Dinidoridae (彩万志等, 2001), 广泛分布于中国、印度、印度支那、印度尼西亚、日本、爪哇、老挝、马来半岛、缅甸、越南等, 国内分布于四川、贵州、广西、云南、西藏、安徽、江苏、浙江、湖北、湖南、江西、福建、广东及台湾等地

区 (Rolston *et al.*, 1996); 是一种重要的药食两用资源昆虫, 对血管瘤、食管癌、胃癌、乳腺癌、子宫颈癌和喉癌有一定的疗效 (蒋三俊, 1999; 和韵莘, 2001; 刘庆芳, 2002); 也是中国西南多地的一味特色传统食品。贵州的剑河、从江、台江等地一直保留着吃九香虫的习俗 (李俐和李晓飞, 2010)。民间流传着“有钱人吃鹿茸, 没

*资助项目 Supported projects: 国家自然科学基金 (81360612); 贵州省科学基金省校联合项目 (黔科合 LH 字【2014】7650); 贵州省优秀青年科技人才培养对象专项资金项目 (黔科合人字【2015】25 号); 大学生创新创业训练计划项目 (贵大(省)创字 2014(028))

**第一作者 First author, E-mail: guxinyaojy@hotmail.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: jjguo@gzu.edu.cn

收稿日期 Received: 2016-04-13, 接受日期 Accepted: 2016-07-04

钱人吃屁巴虫”，“吃了屁巴虫，滋补赛参茸，严冬不怕冷，夜间不尿床”等谚语(候晓晖等, 2013)。

目前由于九香虫在食用和药用方面的重要利用价值，市场需要量逐年递增，供不应求。然而由于人为破坏性采集及环境污染，导致九香虫种群数量锐减，其收购价从 2012 年的 20~50 元/kg 暴涨到现在的 300 元/kg，社会供需矛盾日益尖锐，人工扩繁势在必行(魏超等, 2015)。该方面研究目前仅有湖南农业大学的肖铁光等(1998)曾做过田间网室养殖研究。在此背景下，本文通过室内饲养，对九香虫人工养殖过程中的交配、产卵节律进行了系统研究，以期摸清其在繁殖阶段的相关行为习性，为该虫的人工养殖提供理论和实验基础。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

1.1.1 供试虫源 供试九香虫采自贵州省遵义市习酒镇、永安镇、土城镇、二郎镇等地区的越冬个体。每年 10 月份野外采集九香虫，临时存放于预先用 75% 酒精消毒，桶身钻有小孔的塑料桶中，桶中放入新鲜树枝(起支撑作用)和南瓜茎叶(供其食用)。适当喷水保湿后，带回实验室，饲以预先种植的南瓜苗，待第 2 年 5 月进行实验。

1.1.2 主要材料 乳胶手套、75% 乙醇、南瓜苗、自制养虫杯(奶茶专用一次性塑料杯, 700 mL, 对扣)、镊子等。

1.1.3 主要仪器 ①人工气候箱(宁波江南仪器厂, 380A); ②植物生长灯 600 W(厚屹照明有限公司); ③可移动紫外灯 60 W(雪莱特); ④温湿度仪(胜利 VC231 工业级)。

1.2 实验方法

先将采集回来的雌性和雄性九香虫分开饲养，后将雌雄虫单独合养 30 对，设置为对照组，每隔 1 h 观察一次；待对照组交配发生率达 50% 时，进行后续实验：

本文所有实验皆在标准实验条件下进行，具体条件为：温度为 $(30 \pm 1) ^\circ\text{C}$ ，RH 为 $(70 \pm 5) \%$ ，L:D=14:10。

1.2.1 交配节律及时长实验

(1) 处雄虫与处雌虫交配节律及时长

将九香虫处雌虫与处雄虫两两配对于养虫杯内，饲以南瓜苗，记作 CC 组，编号 $CC_1, CC_2, \dots, CC_{100}$ ，共计 100 组，将其置于标准实验条件人工气候箱。

(2) 非处雄虫和处雌虫时长

将非处雄虫(交配过一次)和处雌虫两两分组放在同一个养虫杯内，内有南瓜苗供其取食，记作 FC 组，编号从 FC_1, FC_2 到 FC_{50} 共记 50 组，将其置于标准条件人工气候箱。

(3) 处雄虫和非处雌虫时长

将处雄虫和非处雌虫(交配过一次)两两分组放在同一个养虫杯内，内有南瓜苗供其取食，记作 CF 组，编号从 CF_1, CF_2 到 CF_{50} 共记 50 组，将其置于标准条件人工气候箱。

(4) 非处雄虫和非处雌虫时长

将非处雄虫(交配过一次)和非处雌虫(交配过一次)两两分组放在同一个养虫杯内，内有南瓜苗供其取食，记作 FF 组，编号从 FF_1, FF_2 到 FF_{50} 共记 50 组，将其置于标准条件人工气候箱。

以上各组实验，每 0.5 h 观察一次，连续观察 15 d，记录九香虫的日交配时间以及交配持续时长。

1.2.2 交配次数与交配时长的关系实验 将 1 头处雌虫和 20 头处雄虫置于人工气候箱，处雌虫编号为 O_c ，处雄虫编号为 X_1 到 X_{20} ，雄虫用不同颜色的油漆笔做记号，取出完成一次交配后的雄虫，记录雌虫的交配次数和时长，10 个重复，取平均值。同理，1 头雄虫编号 X_c ，20 头雌虫编号 O_1 到 O_{20} ，重复上述实验。

标准实验条件，每隔 0.5 h 观察一次，连续观察 15 d。

1.2.3 九香虫产卵的节律研究实验 将实验

1.2.1 中实验 FC、CF、FF 组中交配结束后的雄虫取出，只留雌虫在杯子，连续观察，直到雌虫产卵。每天 24 h，每 1 h 观察一次。记录雌虫产卵的时间及时长。

1.3 数据处理

实验数据用 SPSS(v18.0)软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 交配节律及交配时长

九香虫在一天中的各个时段发生交配的频次,呈近“V”形,一般发生在 18:00—06:00(图 1),其中在 00:00—02:00 和 20:00—22:00 为九香虫交配的高峰。

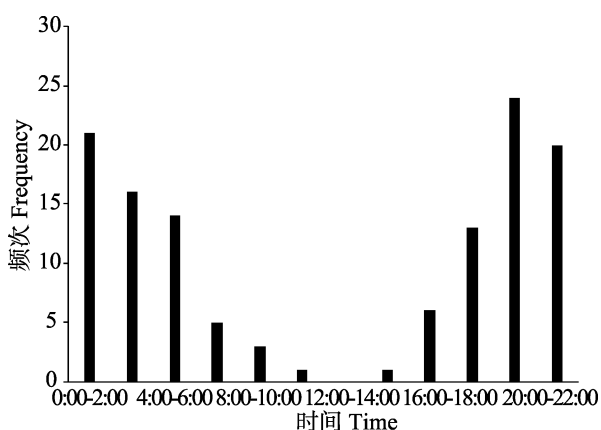


图 1 九香虫交配节律

Fig. 1 The mating rhythm of *Aspongopus chinensis*

九香虫交配时长实验结果见表 1。表 1 中可以看出,CC 组与 FC 组差异不显著,CF 组与其它组差异显著,FF 组与其它组差异显著。结果表明,处雌虫交配时长最短,交配过的雌虫再次交配时,交配时长明显增加。

表 1 交配时长
Table 1 The lengths of mating time

| 实验组别 Experiment group | 交配时长 (h) Length of mating time (h) |
|--------------------------|---------------------------------------|
| CC 组 | 8.92±1.97c |
| FC 组 | 8.25±1.68c |
| CF 组 | 12.88±2.45b |
| FF 组 | 15.36±2.85a |

同列数据后标有不同小写字母代表在 0.05 水平的差异显著。
Data followed by the different letters in the same column represent significant difference at the 0.05 level.

2.2 交配次数与交配时长的关系

九香虫交配次数与交配时长的关系实验结果如表 2。

表 2 交配次数与交配时长关系
Table 2 Relationship between mating times and mating durations

| 交配次数 Mating times | 雌虫交配时长 (h) Mating lengths of female (h) | 雄虫时长 (h) Mating lengths of male (h) |
|----------------------|--|--|
| 1 | 8.05±1.72d | 8.05±1.72ab |
| 2 | 12.75±2.35c | 7.50±1.67ab |
| 3 | 14.65±1.80b | 8.10±2.09ab |
| 4 | 16.75±2.85ab | 8.50±1.80a |
| 5 | 15.85±2.45a | 7.90±1.43ab |
| 6 | 15.45±1.86a | 7.50±1.89ab |
| 7 | | 7.55±1.54ab |
| 8 | | 8.45±1.42a |
| 9 | | 8.15±1.60ab |
| 10 | | 7.85±1.25ab |

同列数据后标有不同小写字母代表在 0.05 水平差异显著,标有不同大写字母代表在 0.01 水平差异极显著。

Data followed by the different lowercase letters in the same column represent significant difference at the 0.05 level, while followed by the different capital letters in the same column represent extremely significant difference at the 0.01 level.

实验中发现:九香虫雌虫最大交配次数可达 6 次,后陆续死亡。由表 2 数据可得,雌虫第一次交配所需时间较短,前 3 次随着交配次数的增加,每次交配的时长也显著增加,当交配达到 4 次以后,交配时长不再显著变化。

在雄虫交配次数与交配时长关系实验中,雄虫交配次数可达 20 次以上;每次交配时长均无明显差异,因而该处仅提供了前 10 组数据。

2.3 产卵时间节律

数据统计显示,九香虫一般在 15:00—20:00 进行产卵(如图 2),产卵一般持续 1~2 h。

2.4 产卵习性观察

九香虫喜将卵产于健壮的植物茎干上。产卵时,雌虫将尾部靠近植物茎干,大约 5~6 min 产下一枚卵,卵呈圆柱形;每产一粒卵雌虫会用后足附节拍打两侧,拍打数次后继续拍打对应后足胫节内侧的椭圆形斑块。

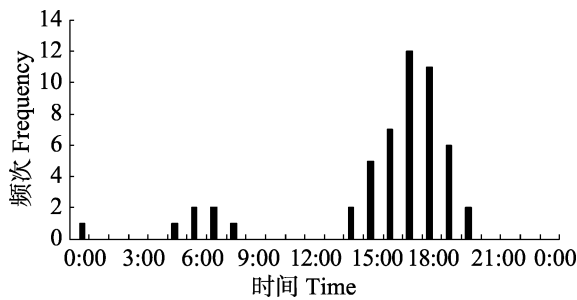


图2 九香虫产卵节律 (FC、CF、FF 组实验)

Fig. 2 The spawning rhythm of *Aspongopus chinensis* (FC, CF, FF groups)

数据来自实验组 FC、CF、FF, 共有九香虫 150 对, 每天约有 10 对发生交配。

The data are from experiment groups of FC, CF, FF. The total number of *Aspongopus Chinensis* is 150 pairs, about 10 pairs mated every day.

九香虫在产卵前具有明显的选择行为, 据观察, 部分九香虫在条件不适宜的环境时, 多数不产卵直至死亡, 但是解剖后发现其腹腔内有大量卵。作者曾对九香虫产卵的南瓜藤直径进行过测量, 并未得出与产卵场所选择的直接关系。实验中发现九香虫产卵时会有聚集现象, 多数雌虫经常将卵产在同一株南瓜藤或者同一个物体上, 原因尚不清楚, 需要进一步研究论证。为使雌性九香虫顺利产卵, 雌性九香虫对产卵场所的选择有待进一步的研究。

3 结论与讨论

九香虫交配产卵具有明显节律性, 交配主要集中在 0:00—2:00 和 20:00—22:00 时段; 产卵一般在 15:00—20:00 进行, 持续 1~2 h; 此外, 雌虫交配次数能够显著影响其交配时长。相近研究前人仅见肖铁光等 (1998) 1992—1993 年在湖南浏阳等县所做研究, 其研究结果与本文实验比较如下:

肖铁光等 (1998) 表明九香虫交配一般在白天进行。本文实验结果表明九香虫交配多发生在夜晚, 主要集中在 00:00—2:00 和 20:00—22:00 时段。两者存在极大差异, 其可能原因如下: 九香虫对强光有一定的负趋性, 喜弱光, 昼伏夜出, 白天多隐藏在枯叶或新鲜枝叶的缝隙中 (肖铁光等, 1998)。在肖铁光等 (1998) 试验中九香虫

的饲养采用的是田间半人工饲养, 而田间复杂的生活环境可能为九香虫提供了良好的生活环境, 特别是良好的交配环境, 使其可以在白天选择弱光区进行交配; 而本实验中选取养虫杯饲养九香虫, 杯内缺乏其所偏好的弱光区, 可能导致了其在白天不发生交配, 而集中在晚上交配的现象。此外, 同为半翅目昆虫的中黑盲蝽 *Adelphocoris suturalis* Jakovlev 在光期时, 雌雄虫均不活跃, 多处于取食和休息状态; 进入暗期后, 雌雄虫变得活跃, 雄虫尤为明显, 开始四处移动并不时的晃动触角等行为进而开始搜寻雌虫 (罗静等, 2012)。这与本次研究中观察到的现象极为相似。

肖铁光等 (1998) 表明九香虫雌雄虫可交配 3~5 次或更多次。这与在本次实验中九香虫雌虫交配可达 6 次, 后陆续死亡相一致; 但与本实验中雄虫交配次数达 20 次有差异。其可能原因如下: 肖铁光等 (1998) 试验中所得结果可能未排除因雌虫已达最大交配次数而使雄虫被迫终止交配行为, 从而大大降低了雄虫的可交配次数; 而在本实验中雄虫多次交配对象均为处女雌虫, 雌虫具有较高交配活性, 排除了雄虫受雌虫交配次数限制带来的交配次数降低的可能性。

本文研究表明, 雌性九香虫交配时长会随着交配次数的增长而发生显著延长现象; 雄性九香虫每次交配则均无明显差异。这与 Wojciech (1999) 的精子竞争理论存在一定程度上的相互支持:

(1) 雌性九香虫交配时长: 当雄虫与处女雌虫交配时, 雄虫仅将少量精子输送给雌虫; 而当雄虫与已发生交配的雌虫交配时, 为了提高自身精子被雌虫的利用率, 会加大精子的输送量, 增加交配时长。

(2) 雄性九香虫交配时长: 在一雄多雌的实验中, 由于与雄虫每次交配的均为处女雌虫且都处于同一空间, 雄虫需合理将精子分配给更多的雌虫, 因此每次的交配时长均较短, 每次交配均无明显差异。

但是本文数据 (交配时长 $(8.92 \pm 1.97) \sim (15.36 \pm 2.85)$ h) 与肖铁光等 (1998) 数据 (交配时长为 1~48 h) 存在较大差异, 其可能原因如下: 在肖铁光等 (1998) 试验中是将采集的九香

虫群体放入多个养虫笼(1 m×1 m×1 m)中进行饲养,后进行各试验时再细分进行群体饲养。这与本文实验中将九香虫两两放入同一养虫杯的研究方式较大区别;此外,九香虫有多次交配的习性,而雌雄虫不同的交配次数都会直接影响交配时长,推测这是两者存在差异的可能原因或之一。

肖铁光等(1998)研究中,九香虫产卵一般在夜间进行,从交配到产卵约需12~14 d。这与本文数据有较大差异:通常在15:00—20:00进行产卵,从交配到雌虫第一次产卵需3~4 d。其可能原因可能与调查地区、调查年份的气候以及具体饲养环境条件等因素存在极大差别导致,但具体原因仍有待进一步研究。

综上,通过本次对九香虫交配产卵节律的相关研究,进一步加深了对九香虫生物学习性的认识。尽管其中存在问题仍然多多,但也初步为九香虫人工繁育研究的顺利开展奠定了前期基础,为九香虫更加广泛深入的服务人民大众展现了希望。

参考文献 (References)

- Cai WZ, Pang XF, Hua BZ, Liang GW, Song DL, 2001. General Entomology. Beijing: China Agricultural University Publishing House Press. 318–327. [彩万志, 庞雄飞, 花保祯, 梁广文, 宋敦伦, 2001. 普通昆虫学. 北京: 中国农业大学出版社. 318–327.]
- Hou XH, Sun Y, Li XF, Zhong TT, Liu CY, 2013. Analysis of the chemical constituents of defensive substances from *Aspongopus chinensis* and their effect on the activity of LO2 cells. *Modern Food Science and Technology* 29(10): 2363–2367. [候晓晖, 孙延, 李晓飞, 钟婷婷, 刘川燕, 2013. 九香虫防御性物质水溶液成分分析及其对 LO2 细胞活性的影响. 现代食品科技, 29(10): 2363–2367.]
- He YP, 2001. Research and application of roughly *Aspongopus chinensis* Dallas. *Chinese Journal of Ethnomedicine and Ethnopharmacy*, (3): 42–44. [和韵苹, 2001. 九香虫研究与应用概略, 中国民族民间医药杂志, (3): 42–44.]
- Jiang SJ, 1999. Chinese Medicinal Insect Integration. Beijing: China Forestry Press. 131–135. [蒋三俊, 1999. 中国药用昆虫集成. 北京: 中国林业出版社. 131–135.]
- Li L, Li XF, 2010. Analysis of nutrient components of *Aspongopus chinensis* Dallas in Guizhou. *Chinese Bulletin of Entomology*, 47(4): 748–751. [李俐, 李晓飞, 2010. 贵州九香虫营养成分分析. 昆虫知识, 47(4): 748–751.]
- Liu QF, 2002. Modern clinical research and application of *Aspongopus chinensis* Dallas. *Journal of Henan University (Medical Science Edition)*, 21(4): 66–67. [刘庆芳, 2002. 九香虫现代临床研究与应用. 河南大学学报(医学科学版), 21(4): 66–67.]
- Luo J, Zhang ZL, Cheng LJ, Zhang ZL, Chen LZ, Lei CL, 2012. The emergence rhythm and copulation behavior of *Adelphocoris suturalis*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(3): 596–600. [罗静, 张志林, 陈龙佳, 张宗磊, 陈利珍, 雷朝亮, 2012. 中黑盲蝽羽化节律及交配行为初步研究. 应用昆虫学报, 49(3): 596–600.]
- Rolston LH, Rider DA, Murray MJ, Aalbu RL, 1996. Catalog of the Dimidiidae of the world. *Papua New Guinea J. Agric. For. Fish*, 39: 22–101.
- Wei C, Shu GZ, Luo HS, Guo JJ, 2015. Morphological characteristics and biological characteristics of *Aspongopus chinensis* Dallas. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 34(4): 26–30. [魏超, 舒国周, 罗会嵩, 郭建军, 2015. 九香虫的形态特征及生物学特性. 山地农业生物学报, 34(4): 26–30.]
- Wojciech W, 1999. Sperm competition in the Acari. *Ecology and Evolution of the Acari*, 55: 149–156.
- Xiao TG, Cheng YN, You LS, Pan T, 1998. Study on *Aspongopus chinensis* Dallas. *Acta Entom. Sinica*, 41(4): 431–434. [肖铁光, 陈永年, 游兰韶, 潘桐, 1998. 九香虫的研究. 昆虫学报, 41(4): 431–434.]