

# 草地螟发育阶段对伞裙追寄蝇的寄生效果

王丹阳<sup>1,2</sup>, 王予彤<sup>1,3</sup>, 孙冰<sup>4</sup>, 于良斌<sup>1</sup>, 徐林波<sup>1\*</sup>, 康爱国<sup>5</sup>, 庞红岩<sup>5</sup>, 崔艳伟<sup>1</sup>

(1. 中国农业科学院草原研究所, 呼和浩特 010010; 2. 中国林业科学研究院沙漠林业实验中心, 磴口 015200; 3. 内蒙古农业大学, 呼和浩特 010018; 4. 内蒙古自治区呼和浩特市生态环境监测站, 呼和浩特 137400; 5. 河北省张家口市康保县植保站, 张家口 076650)

**摘要:** 伞裙追寄蝇是草地螟、黏虫等重大农业害虫的优势寄生性天敌, 对害虫种群数量的调控起着不可忽视的作用。本文研究了不同龄期草地螟对伞裙追寄蝇寄生效果的影响, 为伞裙追寄蝇的室内扩繁和田间应用提供依据。在温度 ( $25 \pm 1$ ) °C, 相对湿度 ( $65 \pm 5$ ) %, 光周期 14L:10D 实验室条件下研究了伞裙追寄蝇对草地螟 2、3、4、5 龄幼虫及 5 龄期不同日龄幼虫的寄生效果, 5 龄期不同日龄幼虫对寄蝇的发育适合度。结果表明: 伞裙追寄蝇对 2~5 龄草地螟幼虫都有寄生行为, 但对 5 龄草地螟幼虫的寄生率 (68.89%) 显著高于其他龄期; 且寄生 5 龄幼虫的羽化率最高 (73.88%)。伞裙追寄蝇寄生能力随寄主日龄呈现先升高而后下降趋势, 其中 5 龄后 2~3 日龄寄生率 (74.44%)、羽化率 (78.76%) 均最高, 子代发育历期最短, 产卵量最高, 为最适寄生阶段, 说明室内扩繁伞裙追寄蝇寄主选择以 5 龄期 2~3 日龄草地螟幼虫为宜。

**关键词:** 伞裙追寄蝇; 草地螟; 寄主龄期; 寄生效果

中图分类号: Q968.9; S476.3 文献标识码: A 文章编号: 1005-9261(2020)06-0880-05

## Effects of Larval Developmental Stage in *Loxostege sticticalis* on the Parasitism by *Exorista civilis*

WANG Danyang<sup>1,2</sup>, WANG Yutong<sup>1,3</sup>, SUN Bing<sup>4</sup>, YU Liangbin<sup>1</sup>, XU Linbo<sup>1\*</sup>,  
KANG Aiguo<sup>5</sup>, PANG Hongyan<sup>5</sup>, CUI Yanwei<sup>1</sup>

(1. Institute of Grassland Research of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Huhhot 010010, China; 2. Experimental Center of Desert Forestry, Chinese Academy of Forestry, Dengkou 015200, China; 3. Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China; 4. Huhhot Ecological Environment Monitoring Station of Inner Mongolia Autonomous Region, Huhhot 137400, China; 5. Plant Protection Station, Kangbao County, Zhangjiakou 076650, China)

**Abstract:** *Exorista civilis* is an important natural enemy and plays an important role in the biological control of *Loxostege sticticalis*, *Mythimna separata* and other pests. Larvae of *L. sticticalis* were parasitized at different stadium by *E. civilis* to evaluate the parasitism rates for the purpose of improving indoor propagation and field application of the parasitoid flies. Under ( $25 \pm 1$ ) °C, relative humidity ( $65 \pm 5$ )% and photoperiod 14L:10D, *E. civilis* parasitized the 2<sup>nd</sup>—5<sup>th</sup> instars of *L. sticticalis*, but showed a significantly higher parasitism rate (68.89%) on the 5<sup>th</sup> instar than on the other instars, and the highest emergence rate (73.88%) from the 5<sup>th</sup> instar host. With the age increase of the host, the parasitism ability of *E. civilis* increased first and then decreased, the highest parasitism rate (74.44%) and emergence rate (78.76%) was observed from the host larvae at 2—3 days after the 4<sup>th</sup> molt. From these host larvae, offspring wasps developed the fastest and realized the highest oviposition. Therefore, it is preferable to select the host larvae at 2—3 days after the 4<sup>th</sup> molt as the host in propagation of the parasitoid.

**Key words:** *Exorista civilis*; *Loxostege sticticalis*; host instar; parasitic efficiency

收稿日期: 2020-12-17

基金项目: 国家自然科学基金 (31201848); 内蒙古自然科学基金 (2015MS0388)

作者简介: 王丹阳, 硕士研究生, E-mail: dan\_yang\_wang@163.com; \*通信作者, 副研究员, E-mail: xulinbo@caas.cn。

DOI: 10.16409/j.cnki.2095-039x.2020.06.010

草地螟 *Loxostege sticticalis* L. 是鳞翅目 *Lepidoptera* 螟蛾科 *Pyralidae* 的一种世界性重大农业害虫,在亚洲、欧洲和北美洲多个国家和地区多次暴发成灾<sup>[1]</sup>。在我国,草地螟危害主要发生在华北、东北和西北地区,新中国成立以来曾3次周期性大发生,大发生时严重危害粮食、油料和经济作物等,给农牧业生产造成极大损失<sup>[2]</sup>。草地螟幼虫具有群集、杂食及突发性等危害特点,其寄主植物包括苜蓿、甜菜、大豆在内的35个科200余种<sup>[3]</sup>。草地螟在适应我国各地生态环境特征并经常猖獗成灾的同时,孕育了大量的天敌资源类群。调查发现,寄蝇类天敌是调控草地螟种群动态的重要因子,在其发生为害盛期调节害虫种群数量中发挥着很大的作用<sup>[4]</sup>。

伞裙追寄蝇 *Exorista civilis* Rondani 属双翅目 *Diptera* 寄蝇科 *Tachinidae*,是多种农林牧草害虫的天敌优势种。此前已报道的寄主有小地老虎 *Agrotis ipsilon* (Hufnagel)、棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner)、落叶松毛虫 *Dendrolimus superans* Butler<sup>[5]</sup>、大袋蛾 *Cryptothoelea variegata* Snellen<sup>[6]</sup>、草地螟 *L. sticticalis*、玉米螟 *Pyrausta nubilalis* Hübner、黏虫 *Mythimna separate* (Walker)、甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* (Hübner)、斜纹夜蛾 *Prodenia litura* Fabricius、苜蓿夜蛾 *Heliothis virescens* L.<sup>[7]</sup>。目前,国内外对寄生蝇类天敌的研究较少,多停留在种类描述、寄生率调查及简单的生物学特性等方面,而对寄蝇寄生行为和发育特性的研究较少,这在一定程度上限制了寄蝇类天敌在害虫生物防治中的应用<sup>[4,8-10]</sup>。

寄主发育阶段的选择对于大卵生型寄蝇类天敌的寄生行为至关重要<sup>[11]</sup>。伞裙追寄蝇作为大卵生型寄蝇,确定其适宜寄生的寄主龄期,可以更好地掌握其寄生行为及发育进度。本研究以伞裙追寄蝇在寄主选择中寄生率最高的草地螟为寄主,观察寄主发育阶段对伞裙追寄蝇寄生效果的影响,旨在为寄蝇的试验扩繁和田间释放应用提供科学数据支撑。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试昆虫

草地螟虫源为采自河北省康保县的越冬代滞育幼虫,羽化后放入养虫袋(直径15 cm,高20 cm)内产卵,以10%蜂蜜水沾湿脱脂棉放入培养皿中,供草地螟补充营养,每12 h更换一次培养皿。待幼虫孵化后,以新鲜藜 *Chenopodium album* 叶片饲喂,经室内繁殖数代后备用<sup>[3,6,7,12,13]</sup>。供试伞裙追寄蝇为越冬滞育草地螟幼虫虫茧经羽化得到,每天饲以10%蜂蜜水,早晚各1次,在室内连续繁殖3代以上供试。寄生盒置于培养温度为(25±1)℃,相对湿度(65±5)%,光周期为14L:10D的人工气候箱中。

### 1.2 寄生装置

寄蝇饲养、寄生行为均在自制的寄生盒(规格40 cm×16 cm×16 cm)内进行,盒体为透明亚克力材质。

### 1.3 草地螟幼虫龄期对伞裙追寄蝇寄生效果的影响

挑选2~5龄的健壮草地螟幼虫各30头分别放入在寄生盒,底部放新鲜藜叶作为饲料,以浸有10%蜂蜜水的脱脂棉球挂在寄生盒的顶部做为寄蝇营养源。寄蝇(羽化交配后24 h雌蝇):寄主=1:15的比例进行接蝇,48 h后移出寄蝇。将草地螟按龄期转移至饲养盒(30 cm×20 cm×15 cm)内用新鲜灰菜继续饲养,逐日观察虫体存活和发育情况,观察寄蝇和草地螟成虫羽化情况,记录羽化数量、羽化时间,统计寄蝇寄生率、羽化率。试验重复3次。寄生特征以草地螟幼虫体表有寄蝇的卵为准<sup>[14]</sup>。寄生率(%)=被寄生幼虫数/各龄期处理幼虫头数×100;寄生后出蝇率(%)=出蝇的幼虫头数/被寄生幼虫头数×100。

### 1.4 伞裙追寄蝇对特定龄期不同日龄草地螟幼虫的寄生能力

选取1.3中伞裙追寄蝇寄生效果较好的草地螟适龄幼虫进行如下试验。将刚进入目标龄期的草地螟幼虫,24 h后从中挑选出部分幼虫,即得0~1日龄的该龄幼虫;24 h后从上述0~1日龄幼虫饲养群中挑选出部分幼虫,得到1~2日龄的幼虫;24 h后从上述1~2日龄幼虫饲养群中挑选出部分幼虫,得到2~3日龄的幼虫;24 h后从上述2~3日龄幼虫饲养群中挑选出部分幼虫,得到3~4日龄的幼虫;对于每一日龄级的幼虫,取30头分别移入养虫盒内饲以新鲜藜叶片,接入2头已交配的雌蝇,让其产卵寄生24 h后去除雌蝇。寄生后幼虫的处理方法同1.3。逐日观察记录直至寄蝇羽化产卵,统计寄蝇寄生率、羽化率、雌蝇率及子代发育情况。每处理重复3次。

### 1.5 数据统计与分析

数据处理采用Microsoft Excel 2003和DPS 14.10进行统计分析;用Duncan's新复极差法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 寄主龄期对伞裙追寄蝇寄生效果的影响

寄主草地螟2~5龄幼虫均可被伞裙追寄蝇寄生,但不同龄期间存在差异。伞裙追寄蝇明显偏好寄生5龄幼虫,其寄生率为68.89%,显著高于对4龄(36.67%)、3龄(28.89%)和2龄(13.33%)幼虫的寄生率。伞裙追寄蝇寄生不同虫龄草地螟幼虫后的羽化率仍以5龄幼虫的最高,其羽化率(73.88%)显著高于2~4龄幼虫,羽化率由高到低排序依次为4龄(14.70%)、3龄(7.87%)、2龄(0)。伞裙追寄蝇优先选择草地螟老龄幼虫产卵。依据各龄期幼虫的寄生率和羽化率,说明5龄草地螟幼虫是伞裙追寄蝇最适宜寄生的阶段(图1)。

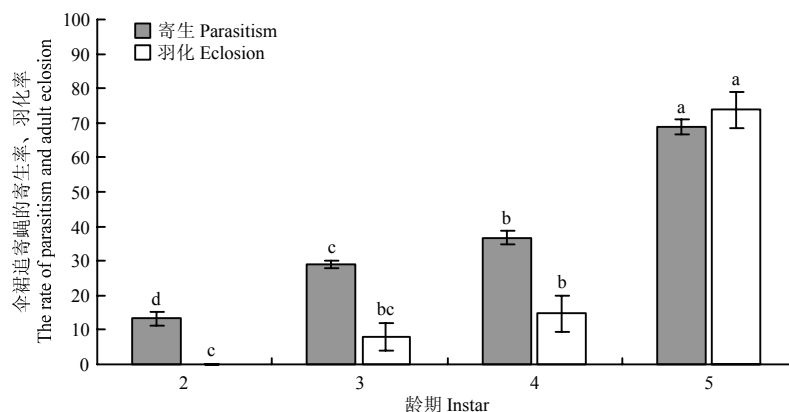


图1 伞裙追寄蝇对草地螟不同龄期幼虫的寄生率和羽化率

Fig. 1 Parasitism rate and emergence rate of *E. civilis* parasitized on larvae of different ages of *L. sticticalis*

### 2.2 伞裙追寄蝇对不同日龄草地螟幼虫的寄生能力

伞裙追寄蝇对5龄草地螟幼虫寄生能力随寄主日龄呈现先增大而后下降趋势。以寄主5龄后日龄2~3d时,寄生率最高,达到74.44%,高于日龄3~4d时的寄生率69.31%,二者间差异不显著,显著高于日龄1~2d时的61.11%和日龄>4d时的55.56%,日龄1~2d和日龄>4d之间的差异不显著;日龄为0~1d时寄生率仅为43.33%,显著低于其他处理。羽化率仍以寄主日龄2~3d时最高,达到78.76%,其次为3~4日龄的74.90%和1~2日龄的70.94%,三者间差异不显著;寄主日龄0~1d时羽化率为67.34%,与日龄>4d的69.93%接近,显著低于其他日龄处理(图2)。

对羽化后的寄蝇进行性别统计发现,寄主日龄为2~3d的寄蝇羽化后雌蝇率最高,为62.86%,寄主

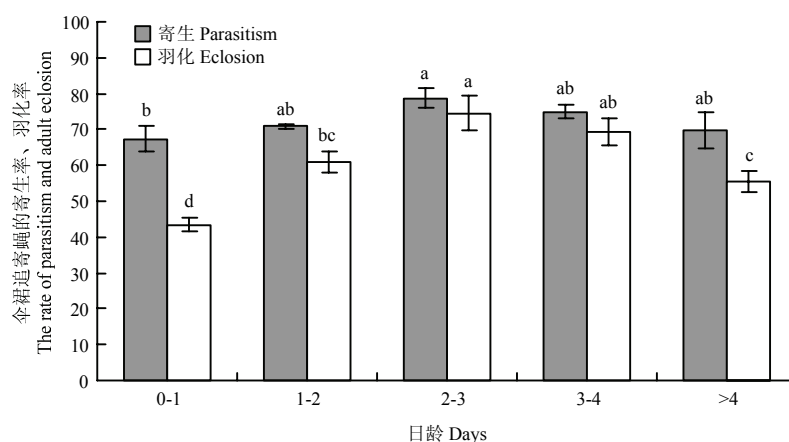


图2 寄生5龄期不同日龄草地螟幼虫对伞裙追寄蝇寄生率及羽化率的影响

Fig. 2 Effects of 5<sup>th</sup> instar *L. sticticalis* larvae at different ages on parasitism rate and emergence rate of *E. civilis*

日龄为 3~4 d、1~2 d、>4 d 的雌蝇率分别为 62.59%、61.39%、58.61%，寄主日龄为 0~1 d 时雌蝇率最低，为 56.11%，处理间差异不显著（图 3）。

2.3 不同日龄草地螟幼虫对伞裙追寄蝇子代发育的影响

寄生 5 龄期不同日龄草地螟幼虫的伞裙追寄蝇子代卵-蛹期在各处理间差异不显著 ( $p>0.05$ )。蛹重以寄生 2~3 日龄幼虫的最重，寄生 3~4 日龄的较之略低，二者显著高于其他处理 ( $p<0.05$ )。产卵量同样以寄生 2~3 日龄幼虫的最多，寄生 3~4 日龄的次之，二者间差异不显著 ( $p>0.05$ )，但二者显著高于其他处理 ( $p<0.05$ )。寄生 5 龄期草地螟幼虫后，伞裙追寄蝇后代蛹重、产卵量受寄主寄生龄期的影响较大，而发育历期受影响则不明显（表 1）。

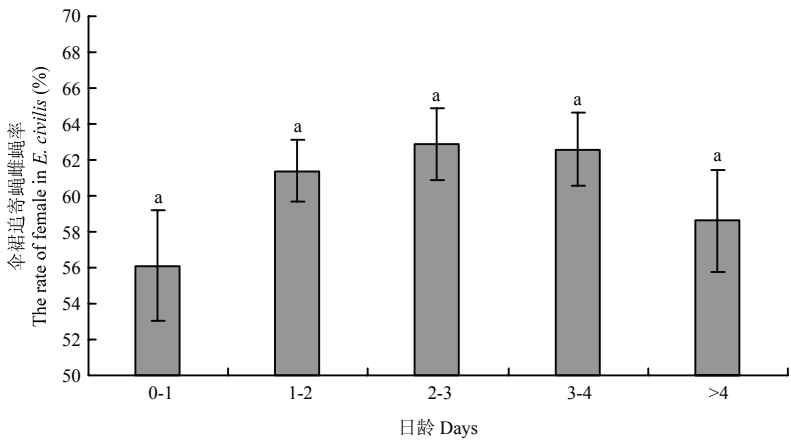


图 3 寄生 5 龄期不同日龄草地螟幼虫对伞裙追寄蝇雌蝇率的影响

Fig. 3 Effects of 5<sup>th</sup> instar *L. sticticalis* larvae at different ages on the female rate of *E. civilis*

表 1 寄生 5 龄期不同日龄的草地螟幼虫对伞裙追寄蝇子代发育的影响

Table 1 Development of *E. civilis* parasitized by the 5<sup>th</sup> instar larvae of *L. sticticalis* at different age

发育参数 Parameter	幼虫日龄 Ages (d)				
	0~1	1~2	2~3	3~4	>4
卵-蛹期 Egg-pupa period (d)	30.45±0.91 a	29.85±0.67 a	29.20±0.60 a	29.37±0.66 a	29.61±0.39 a
蛹重 Pupa weight (g)	0.04±0.00 b	0.04±0.00 b	0.05±0.00 a	0.05±0.00 a	0.05±0.00 b
产卵量 (粒) Egg laid	77.08±6.40 c	95.36±5.24 b	158.58±11.96 a	138.20±4.55 a	102.39±4.51 b

3 讨论

作为寄生性天敌的主要类群之一，寄生蝇可有效地抑制寄主种群密度，是生物防治体系中的重要组成部分。当寄生性天敌在寄主不同龄期寄生时，其所受的影响随之不同<sup>[8]</sup>，因此不同龄期的草地螟对伞裙追寄蝇的寄生行为及发育的影响也不同。寄蝇为保证自身种群的繁衍会选择最适合的寄主来寄生，不仅对寄主种类有明显的选择性，还会对寄主状态有一定的选择性，包括寄主龄期<sup>[15]</sup>、寄主个体大小<sup>[16]</sup>、寄主的活动能力等<sup>[7,17]</sup>。伞裙追寄蝇可以寄生 2~5 龄草地螟幼虫，但主要选择 5 龄幼虫为寄主。这与其他的研究结果中部分大卵生型寄蝇种类也主要寄生末龄幼虫相一致<sup>[17]</sup>。

此外，伞裙追寄蝇对 2~3 龄草地螟的寄生均可视为无效寄生，即被寄生的 2 幼虫全部发育为草地螟蛹，而被寄生的 3~4 龄草地螟幼虫的存活率也显著高于 5 龄幼虫。结合室内观察，被产卵寄生 2~4 龄幼虫绝大部分会因为多次蜕皮将寄蝇卵脱去，而 5 龄幼虫作为末龄虫态，如果寄蝇产卵位置适合，则可以保障寄生的有效性。选择末龄的草地螟幼虫作为寄主可以保证伞裙追寄蝇后代很好的发育和繁殖，使伞裙追寄蝇的种群能相对快速的扩增。这是伞裙追寄蝇在与寄主幼虫长期协同进化，相互选择的结果。

发育历期的缩短体现了生物对环境适应性的增强，使生物对自然环境变化的反应更协调，有利于种群对环境的适应<sup>[18]</sup>。本研究表明，寄生 5 龄期 2~3 日龄草地螟幼虫的伞裙追寄蝇的发育程度和产卵繁殖力

均较强,这可能与这一龄期的寄主较大,营养资源比较丰富有关。

综合上文,在室内大量养殖使昆虫繁殖后代供试验用时,要注意以下几点:首先在室内扩增伞裙追寄蝇种群时要选择2~3日龄的5龄草地螟幼虫,确保接蝇的准确时机及寄生持续的时间段;其次要确定适宜的益害比,以保证伞裙追寄蝇的寄生率,使蝇蛹生产率增高,接近理想的状态;最后在田间应用时应统筹考虑寄蝇的寿命和不同日龄的寄生能力,综合衡量多因子才能充分发挥寄蝇类天敌在害虫防治中的作用<sup>[19,20]</sup>。因此在田间释放应用伞裙追寄蝇时,要注意密切观察田间大多数草地螟的龄期,确定伞裙追寄蝇的最佳释放时间。

## 参 考 文 献

- [1] 江幸福,张蕾,程云霞,等.草地螟第4个发生周期或将来临[J].植物保护,2019,45(4):79-81.
- [2] 罗礼智,程云霞,江幸福,等.我国草地螟的寄生蜂及其与寄主的关系[J].中国生物防治学报,2018,34(3):327-335.
- [3] 韩海斌,姜珊,王建梅,等.伞裙追寄蝇滞育诱导的温光周期条件和低温贮藏[J].中国生物防治学报,2018,34(3):342-347.
- [4] 刘银忠,李林福.草地螟寄蝇的研究及记述[J].昆虫天敌,1986(2):90-97.
- [5] 卢川川.伞裙追寄蝇的初步研究[J].昆虫知识,1976(1):19-20.
- [6] 周庆南.大袋蛾寄生天敌——伞裙追寄蝇人工饲养初探[J].昆虫天敌,1981(Z1):32-33.
- [7] 相红燕,刘爱萍,高书晶,等.伞裙追寄蝇对不同寄主的选择性[J].环境昆虫学报,2012,34(3):333-338.
- [8] 陈海霞,罗礼智.双斑截尾寄蝇对寄主种类及草地螟幼虫龄期和寄生部位的选择性[J].昆虫学报,2007,50(11):1129-1134.
- [9] 李红,罗礼智,胡毅,等.伞裙追寄蝇和双斑截尾寄蝇对草地螟的寄生特性[J].昆虫学报,2008,51(10):1089-1093.
- [10] 康爱国,张莉萍,沈成,等.草地螟寄生蝇与寄主间的关系及控害作用[J].昆虫知识,2006,43(5):709-712.
- [11] 李红,罗礼智.草地螟的寄生蝇种类、寄生方式及其对寄主种群的调控作用[J].昆虫学报,2007,50(8):840-849.
- [12] 王建梅,刘爱萍,高书晶,等.伞裙追寄蝇对草地螟幼虫的寄生功能反应[J].中国草地学报,2013,35(5):169-172.
- [13] 孔海龙,程云霞,罗礼智,等.草地螟幼虫饲养密度对伞裙追寄蝇寄生效率的影响[J].中国生物防治学报,2013,29(3):450-454.
- [14] 石磊.伞裙追寄蝇不同条件下的生物学特性[D].哈尔滨:东北农业大学,2016.
- [15] 赵建铭,史永善.谈谈寄蝇的几种寄生方式[J].昆虫知识,1980(3):132-134.
- [16] 赵海燕,陆永跃,曾玲,等.寄主大小对蝇蛹蛹小蜂 *Spalangia endius*(Walker)产卵选择和发育的影响[J].生物安全学报,2015,24(1):15-19.
- [17] 和晓波,张蕾,潘贤丽,等.影响寄生蝇寄主选择性因素研究进展[J].植物保护,2010,36(3):39-42.
- [18] Honěk A. Intraspecific variation in body size and fecundity in insects: a general relationship[J]. Oikos, 1993, 66(3): 483-492.
- [19] Jervis M A, Ferns P N, Heimpel G E. Body size and the timing of egg production in parasitoid wasps: a comparative analysis[J]. Functional Ecology, 2003, 17(3): 375-383.
- [20] Sarfraz R M, Dosdall L M, Keddie B A. Fitness of the parasitoid *Diadegma insulare* is affected by its host's food plants[J]. Basic and Applied Ecology, 2009, 10(6): 563-572.