

草地螟阿格姬蜂生物学特性初步研究*

徐忠宝^{1**} 刘爱萍^{1***} 徐林波¹ 高书晶¹ 崔智林²

(1. 中国农业科学院草原研究所 呼和浩特 010010; 2. 乌兰察布四子王旗草原监理所 乌兰察布 011800)

摘要 草地螟阿格姬蜂 *Agrypon flexorius* Thunberg 是草地螟 *Loxostege sticticalis* L. 老龄幼虫的优势寄生蜂, 国内外对其研究报道较少。通过田间调查和室内试验, 结果表明: 雌雄蜂形态相似, 雌蜂个体比雄峰略大。23℃ 下, 草地螟阿格姬蜂经卵、幼虫、蛹发育到成虫, 一个世代历期为 30 ~ 37 d。田间寄生率为 3.04%, 自然平均雌雄性比为 3.97:1。羽化在寄主成虫出现一周后开始, 第 5 天达到高峰。交尾时间一般 5 ~ 10 min。产卵时间一般为 1 ~ 2 min, 卵多产在草地螟头、胸部两侧。草地螟阿格姬蜂大多进行两性生殖, 少数进行孤雌生殖。在雌蜂不产卵情况下, 补充各种营养的成蜂寿命均在 16℃ 时最长; 22℃, 补充蔗糖, 雌蜂寿命平均为 17.11 d。在雌蜂产卵情况下, 20% 蜂蜜水最适合繁殖。草地螟阿格姬蜂在草地螟 4 龄幼虫的寄生率最高, 平均为 40.23%。

关键词 草地螟阿格姬蜂, 生物学, 寿命

Preliminary study of the bionomics of *Agrypon flexorius*

XU Zhong-Bao^{1**} LIU Ai-Ping^{1***} XU Lin-Bo¹ GAO Shu-Jing¹ CUI Zhi-Lin²

(1. Grassland Research Institute of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Hohhot 010010, China;

2. Grassland Supervision of Siziwang Banner, Ulan Qab 011800, China)

Abstract A series of experiments on the bionomics of *Agrypon flexorius* Thunberg (Ichneumonidae), a dominant parasitoid of the sugar-beet webworm, *Loxostege sticticalis* L., were conducted both in field and laboratory. The developmental duration from egg to adult is 30 - 37 days at 23℃. In Inner Mongolia in autumn 2010, the percentage parasitism of *L. sticticalis* by *A. flexorius* was found to be only 3.04%. The sex ratio (female/male) of *A. flexorius* was approximately 3.97:1. Females and males paired readily 24 hours after emergence. Mating generally lasted 5 - 10 min and peaked when the sex ratio was 1:1. Mated females began to oviposit one day after mating and the oviposition period was relatively short 1 - 2 min. Eggs were laid in the head and thorax of the host. For the most part, adults adopted bisexual reproduction, but in the absence of males, parthenogenesis occurred, which was arrhenotokous. In studies with unmated females, longevity of females on various diets was highest at 16℃, but at a constant temperature, females lived longest on a diet of cane sugar and shortest when no food was provided. At 22℃, females lived for 11.7 d when provided with cane sugar. For females which laid eggs on the host, 20% hydromel was the most suitable food for parasitoid longevity and reproduction. The parasitism rate of *L. sticticalis* by *A. flexorius* was highest when 4th instar hosts were available. Average parasitism on 4th instar hosts was 40.23%, and the parasitoid selective coefficient was 0.47.

Key words *Agrypon flexorius*, bionomics, longevity

草地螟 *Loxostege sticticalis* L. (鳞翅目: 螟蛾科) 是农牧业突发性多食迁飞害虫, 危害范围广, 食性杂, 幼虫可取食藜科、蓼科、豆科、茄科、葫芦科、十字花科等 300 多种植物 (张树坤等, 1987), 对我国华北、东北和西北地区农牧业危害很大, 并

时常暴发成灾、造成重大经济损失。针对草地螟严重的危害势头, 国内对于草地螟的防治主要采取的是化学防治 (关成宏和王险峰, 2005), 但化学药剂存在着药物残留、污染环境、危及人畜及害虫天敌安全等缺点 (王军华等, 2003)。因此, 改变当

* 资助项目: 公益性行业 (农业) 科研专项经费项目 (201103002); 农业部“948”项目 (2011 - G4) 和“十二五”国家科技支撑计划项目 (2012BADBB07)。

** E-mail: yannissxu@gmail.com

*** 通讯作者, E-mail: liuaiping806@sohu.com

收稿日期: 2012-03-29, 接受日期: 2012-12-19

前以化学防治为主的草地螟防治方法已成为牧草产业发展的当务之急,充分利用田间自然发生的天敌昆虫的控害作用是这其中的重要措施之一,具有十分重要的意义(张跃进等,2008)。在河北、内蒙古、山西等地区调查发现草地螟阿格姬蜂 *Agrypon flexorius* Thunberg 为草地螟老龄幼虫寄生蜂,其种群数量和优势度指数较高,种群变动趋势与草地螟变动趋势相似,具有明显的跟随现象,因此认为该蜂是当地草地螟的优势寄生蜂,对控制草地螟暴发具有重要作用(李红,2008)。

在我国王淑芳(1984)最早记录了草地螟阿格姬蜂的发现地区。田晓霞(2010)在调查草地螟寄生蜂种类的过程中,对草地螟阿格姬蜂生物学作了部分描述,并未对其生物学特性进行较深入的研究。为了充分保护利用自然天敌控制草地螟的危害,本文通过田间调查与室内试验,对草地螟阿格姬蜂的形态特征进行了描述,并对其田间寄生率、性比、生活习性进行了研究,以期为该天敌的保护利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 植物

草地螟幼虫喜食灰菜(尹姣等,2005),实验所用灰菜采自呼和浩特市近郊撂荒地,选择新鲜、嫩绿的植株割取地上部分,放入4℃冰箱储存,每隔7 d采割一次,更换冰箱内萎蔫的灰菜。

1.2 供试虫源

2011年4月自河北康保县(114.63°E,41.87°N)采集越冬虫茧,仿照虫茧自然存在状态,钝头朝上,栽入松软潮湿的土中,然后放入23℃、L:D=16:8、光照培养箱中待成虫羽化,雌雄蛾交配后产下的卵,放入铺有滤纸的培养皿(直径100 mm)中,滤纸滴入2~3滴清水,用保鲜膜封口,针刺多个小孔,放入光照培养箱,待幼虫孵化后饲喂新鲜灰菜叶,每天更换一次。在上述光照培养箱中同时收集羽化的草地螟阿格姬蜂,在室内用4龄草地螟幼虫连代人工饲养备用。另外部分用蜂直接采自呼和浩特近郊灰菜地。

1.3 草地螟阿格姬蜂发育及形态观察

将刚羽化的草地螟阿格姬蜂放入养虫盒(1.5 L可乐瓶剪去底座,瓶口单层纱布封口,底部用皮筋、纱网扎住),每盒放入5头已交配雌蜂、150头

草地螟幼虫,共设3个养虫盒,每天以20%蜂蜜水饲喂寄生蜂,同时给寄主幼虫更换灰菜叶,放入23℃、L:D=16:8、RH 60%~70%的光照培养箱中。观察蜂产卵,将已被针刺过的幼虫分离出来,不断收集,继续饲养,每隔3 d解剖5头幼虫,待幼虫入土继续解剖,观察寄主体内寄生蜂的虫态,解剖在Ringer生理盐水(NaCl 0.65 g, KCl 0.025 g, CaCl₂ 0.03 g,配成100 mL,加入0.025 g NaHCO₃, pH 6.8)中进行(梁光红等,2007),体视显微镜下观察寄生蜂卵、幼虫、蛹的形态特征,测量其体长、宽。将收集的草地螟阿格姬蜂成虫用浓度75%的酒精浸泡后,在显微成像系统下拍照,描述形态特征,测量体长、宽。

1.4 草地螟阿格姬蜂年生活史、田间寄生率及性比的调查

2011、2012年6月上旬至10月下旬,在呼和浩特市近郊及伊利第七牧场,采集草地螟阿格姬蜂成虫及寄主幼虫,每隔7 d采集一次,记录采集时间、各虫态出现的时间、寄生蜂雌雄数量以及草地螟幼虫数量,幼虫在含水10%沙土中作茧,23℃下羽化,记录羽化雌雄蜂数,统计雌雄比、寄生率,绘制年生活史表。

1.5 生活习性观察

1.5.1 草地螟阿格姬蜂交尾、产卵及生殖方式观察

(1)羽化观察 将野外采集的草地螟虫茧模仿田间存在状态,钝头朝上,栽种在5 cm厚的松软土壤中。待寄生蜂即将羽化时,每天6:00到次日6:00,每隔2 h观察1次羽化情况,连续观察10 d。记录各个时间段寄生蜂羽化的雌雄数量、羽化天数,计算其自然性比。

(2)交尾行为观察 在指形管中分别按雌:雄=1:1、1:2、1:3、1:4、2:1、3:1、4:1引入刚羽化未交配的雌雄蜂,23℃下以20%蜂蜜水饲喂,于当日6:00到次日6:00每隔2 h观察一次其交尾行为,记录寄生蜂的交尾时间、持续时间长短,各处理重复10次。

(3)产卵行为观察 23℃下,将已交尾未产卵的雌蜂引入养虫盒(1.5 L可乐瓶剪去底座,瓶口单层纱布封口,底部用皮筋、纱布扎住),并以20%的蜂蜜水饲养。接入30头4龄草地螟幼虫并饲喂新鲜灰菜叶,每盒1头雌蜂,发现产卵时,将其移至

解剖镜下,观察并记录产卵部位、产卵次数、一次产卵的时间长短。

(4) 生殖方式观察

A. 将已交尾的 10 头雌蜂分别放入 10 支指形管中,每支管中引入 1 头未交尾雄蜂,观察雌蜂能否再次交尾;

B. 将已交尾的 10 头雄蜂分别放入 10 支指形管中,每支管中引入 1 头未交尾雌蜂,观察雄蜂能否再次交尾;

C. 将未交尾的 10 头雌蜂引入养虫盒中,并以 20% 的蜂蜜水饲养。接入 30 头 4 龄草地螟幼虫并饲喂新鲜灰菜叶,观察雌蜂能否产卵,若产卵则继续培养,待寄生蜂羽化后,统计其雌雄比。试验重复 3 次。

1.5.2 几种因素对草地螟阿格姬蜂寿命的影响

(1) 不同营养、温度条件对成虫寿命(未产卵)的影响 将当日羽化的成蜂配对放入养虫盒,按照不同的营养分类饲养,置于 $L:D=16:8$ 、RH 60%~70% 的光照培养箱中,设 4 个温度梯度:16,22,28,34℃。各温度条件下分别喂 20% 蜂蜜水、20% 蔗糖溶液、清水、不喂食(CK)处理,取 8 组,每组饲喂 10 头,重复 3 次,每日更换新鲜营养并观察记录其死亡情况。

(2) 营养条件对阿格姬蜂成虫寿命(产卵后)的影响 设置 20% 蜂蜜水、20% 蔗糖水、清水、不喂食(CK)4 组处理,将当日羽化的 1 对雌、雄蜂接入 30 头草地螟 4 龄幼虫的养虫盒内,每天补充死亡或化蛹的幼虫,直至雌蜂死亡。每组重复 5 次。统计雌、雄蜂寿命、产卵期和羽化蜂数。

1.5.3 阿格姬蜂对不同龄期寄主的选择性 采用成对选择性试验,对寄生蜂的寄主选择行为进行研究,以探究寄生蜂对寄主幼虫的寄生选择偏好。设 3 龄、4 龄、5 龄 3 个组,每组 5 个重复,每个重复 30 头幼虫,分别接入交配后待产卵的雌蜂 1 头,补充 20% 蜂蜜水令其产卵,24 h 后移出寄生蜂,统计不同龄期幼虫的寄生数量,计算出蜂率。

1.6 数据统计及分析

本文试验数据均采用 DPS 数据处理系统(唐启义和冯明光,2002)及 Microsoft Excel 软件进行处理、分析。方差分析采用 Duncan's 新复极差法。

2 结果与分析

2.1 草地螟阿格姬蜂形态特征

草地螟阿格姬蜂经卵、幼虫、蛹发育到成虫。在 23℃,未滞育的情况下,一个世代历期为 30~37 d。

卵:圆形,表面略带丝纹,淡黄色,半透明(图 1:B)。

1 龄幼虫:体长 0.85~1.07 mm,体宽 0.30~0.54 mm(表 1);虫体细长,头部圆钝,末端尖细,体节不明显,体表皮薄而透明,淡黄色(图 1:C)。

2 龄幼虫:体长 1.13~1.54 mm,体宽 0.34~0.40 mm(表 1);虫体似蛴螬状,末端弯曲,体节凸显,体色渐深,身体明显变长,体内有类似乳白色的内含物,头部的褐色口器伸出(图 1:D,E)。

3 龄幼虫:体长 3.02~4.31 mm,体宽 1.64~1.96 mm(表 1);虫体长宽比逐渐变小,体内内含物颜色加深呈乳黄色或黄色(图 1:F)。

4 龄幼虫:体长 5.68~7.99 mm,体宽 2.33~3.20 mm(表 1);蛆状,呈纺锤体、无足,体节气门不明显,呈深黄色(图 1:G)。

蛹:在寄主体内化蛹,离蛹,蛹长 5.22~6.02 mm,蛹宽 1.12~1.66 mm(表 1);触角牙、翅牙、足牙等翻出,初期体色为深黄色,后期蛹头、胸部及腹部末端变为褐色(图 1:H,I)。

雌蜂:体长 10.81~14.22 mm(表 1);触角褐色、线形,几乎与身体等长;脸、唇基、上颚均为黄色;胸部黑色;3 对足除后足转节有深褐色斑块外,其余均为浅褐色,腹部除第 6 节背板带有黑褐色外均为黄色或黄褐色;翅透明,翅痣、翅脉褐色。并胸腹节末端延长,没有抵达后足基节的端部,脸、胸部具粗糙的刻点,被白色细密的软毛,或仅在并胸腹节末端带有黄褐色;腹部第 1、2 节明显长于第 3~6 节,产卵管鞘长约为腹部第 2 节长的 0.5 倍(图 1:K)。

雄蜂:与雌蜂相似,但体长略小于雌蜂,10.67~11.01 mm(表 1;图 1:J,L)。

2.2 草地螟阿格姬蜂年生活史、田间寄生率及性比

2.2.1 草地螟阿格姬蜂生活史 根据田间调查和室内饲养观察,草地螟阿格姬蜂在呼和浩特地区一年发生两代(图 2),草地螟阿格姬蜂以蛹在草地螟越冬土茧内越冬,越冬蛹翌年 6 月上旬气

表 1 草地螟阿格姬蜂各发育阶段体长宽测量结果
Table 1 Body length and width of *Agrypon flexorius*

发育阶段 Developmental stage	长 ± SE(变幅) (mm) Length ± SE(range) (mm)	宽 ± SE(变幅) (mm) Width ± SE(range) (mm)	重复数 <i>n</i>
1 龄幼虫 1st instars	0. 982 ± 0. 536Aa (0. 85 – 1. 07)	0. 354 ± 0. 215Aa (0. 30 – 0. 54)	20
2 龄幼虫 2nd instars	1. 306 ± 0. 658Bb (1. 13 – 1. 54)	0. 384 ± 0. 381Bb (0. 34 – 0. 40)	22
3 龄幼虫 3th instars	3. 648 ± 0. 191Cc (3. 02 – 4. 31)	1. 820 ± 0. 172Cc (1. 640 – 1. 960)	23
4 龄幼虫 4th instars	7. 412 ± 0. 274Dd (5. 68 – 7. 99)	2. 912 ± 0. 254Dd (2. 33 – 3. 20)	24
蛹 Cocoon	5. 842 ± 0. 213Ee (5. 22 – 6. 02)	1. 422 ± 0. 235Ee (1. 12 – 1. 66)	25
雄峰 Male adult	10. 866 ± 0. 291Ff (10. 67 – 11. 01)	—	16
雌峰 Female adult	12. 574 ± 0. 972Gg (10. 81 – 14. 22)	—	18

注：表中数据为平均值 ± 标准误,经 Duncan’s 新复极差检验,每行数据后标有不同大写字母表示差异极显著 ($P < 0. 01$) ;不同小写字母表示差异显著 ($P < 0. 05$)。下表同。
Data are mean ± SE, and followed by different capital or small letters in the same row indicate significantly different at 0. 01 or 0. 05 level by Duncan’s multiple range test, respectively. The same below.

温适宜时开始羽化,羽化高峰出现在 6 月 18 日前后,直到 7 月上旬仍有少数羽化。成虫羽化后在草地螟寄主植物附近寻找蜜源补充营养,1 d 后即可交尾、产卵,6 月中下旬到 7 月上旬为产卵期。解剖发现 1 代草地螟阿格姬蜂幼虫于 6 月 27 日出现,8 月初开始羽化,一直持续到 9 月上旬。8 月 14 日 2 代草地螟阿格姬蜂幼虫开始出现,9 月中旬幼虫开始化蛹,之后不再发育,越冬蛹期为 7 ~ 8 个月。室内条件下 23℃、L:D = 16:8、RH 60% ~ 70% 时,完成 1 代需 30 ~ 37 d。

2.2.2 草地螟阿格姬蜂田间寄生率 越冬代草地螟从 5 月下旬开始羽化,已被寄生的草地螟虫茧会羽化出草地螟阿格姬蜂,数量随草地螟成虫的增加而不断增多,有明显的跟随现象。8 月中旬,2 代草地螟幼虫发生量较大时,阿格姬蜂的寄生率明显增大,在 2 代草地螟上的寄生率明显高于在 1 代草地螟上的寄生率。

2011 年 4 月份在河北康保县采集越冬虫茧

46 157 头,寄生率仅为 0. 049%,2011 年 9 月在呼和浩特伊利第七牧场采集幼虫 1 314 头,作茧后羽化出草地螟阿格姬蜂 40 头,雌蜂 28 头,雄蜂 12 头,寄生率为 3. 04%。

从室内草地螟虫茧羽化情况看,在 25℃ 下,寄生蜂通常在寄主成虫羽化 2 周后开始羽化。草地螟阿格姬蜂羽化高峰时,寄主幼虫大多已发育到 4 龄。野外条件下,与室内情况相似,在寄生蜂达到羽化高峰时,寄主幼虫已发育到 3 ~ 4 龄,但各龄期发育时间要比室内条件下略长。

2.2.3 草地螟阿格姬蜂自然性比 在呼和浩特市近郊采集到草地螟阿格姬蜂,自然平均雌雄性比为 3. 97:1。越冬蛹翌年 6 月上旬开始羽化,初期多为雄峰,随着羽化天数的增加雌蜂羽化量增加,并超过雄峰量,6 月份雌雄峰性比为 1. 5:1。刚羽化的雌雄蜂 1 d 后即可交尾产卵,产卵后的雌蜂寿命降低,但仍高于雄峰,因此 7 月份田间蜂总量低于 6 月份,且雌蜂偏多,雌雄性比为 5:1。8

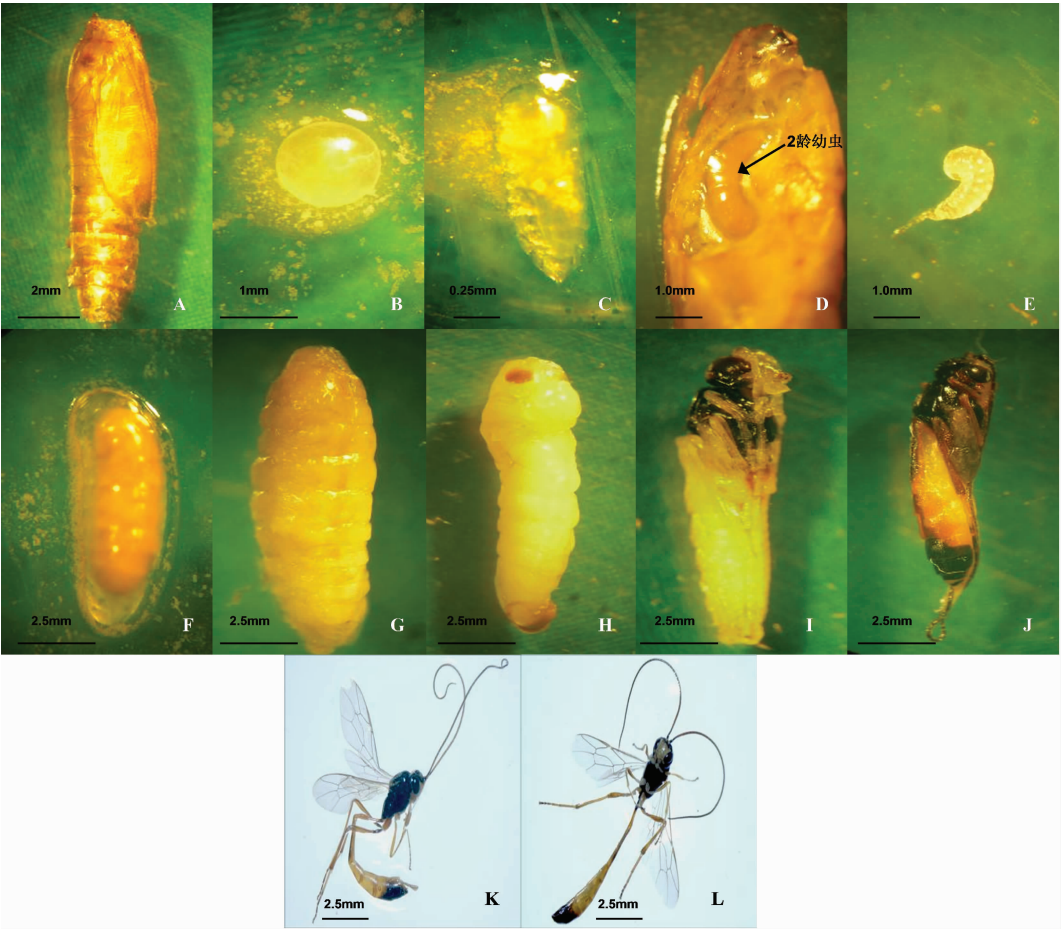


图 1 草地螟阿格姬蜂的形态

Fig. 1 Morphology of *Agrypon flexorius*

A. 被寄生草地螟蛹 parasitized host cocoon; B. 卵 egg; C. 1 龄幼虫 1st instars; D, E. 2 龄幼虫 2nd instars; F. 3 龄幼虫 3rd instars; G. 4 龄幼虫 4th instars; H. 蛹 cocoon; I. 羽化中的蛹 emerging of pupa; J. 刚羽化出的成虫 fleshly emerged adult; K. 雌蜂 female adult; L. 雄蜂 male adult.

月初 2 代寄生蜂开始羽化,初期多为雄峰,后期雌蜂明显增多,性比为 1.36:1,趋于稳定。9 月份田间存活的雌蜂数量较多,雌雄性比为 8:1(表 2)。

表 2 2012 年草地螟阿格姬蜂田间自然性比调查
Table 2 Investigation on natural sex ratio of *Agrypon flexorius* in 2012

性比 Sex ratio	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September
羽化蜂数(头) Numbers of eclosion	90	30	114	45
♀:♂ Female: male	1.5:1	5:1	1.36:1	8:1

2.3 生活习性

2.3.1 草地螟阿格姬蜂羽化、交尾、产卵及生殖方式

(1)羽化观察 草地螟阿格姬蜂的羽化主要在草地螟成虫羽化后一周开始,羽化初期羽化量不断增加,第 3 天羽化量略有下降,之后随时间的延长羽化量呈直线上升,第 5 天达到高峰,占总羽化量的 16.05%,之后显著下降并持续 5 d 左右(图 3)。观察发现草地螟阿格姬蜂羽化前 3 d 雄蜂居多,雌雄性比小于 1。随着羽化天数的增加,雌雄比增大,第 3 天到第 8 天的羽化性雌雄比大于等于 1,呈现明显的偏雌性(图 4)。

(2)交尾行为 室内草地螟阿格姬蜂雄蜂比雌蜂羽化约早 3 d,在雌雄比例为 1:1 时,交尾时间最

发育时间 Developmental stage	时间 Time	1—5 月			6 月			7 月			8 月			9 月			10—12 月		
		January—April			June			July			August			September			October—December		
		上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
		E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L
越冬代																			
Overwintering generation		(0)	(0)	(0)	+	+	+	+											
1 代																			
1st generation						*	*◇	*◇	◇0	0	+	+	+	+					
2 代																			
2nd generation											*	*◇	◇	◇	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)

图 2 草地螟阿格姬蜂年生活史

Fig. 2 The life history of *Agrypon flexorius*

注：+：成虫 adult；*：卵 egg；◇：幼虫 larvae；0：1 代蛹 1st pupa；(0)：2 代越冬蛹 2nd overwintering pupa。
E：上旬 early；M：中旬 middle；L：下旬 late。

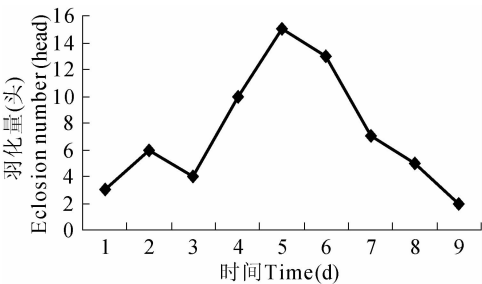


图 3 羽化格型
Fig. 3 Eclosion lattic

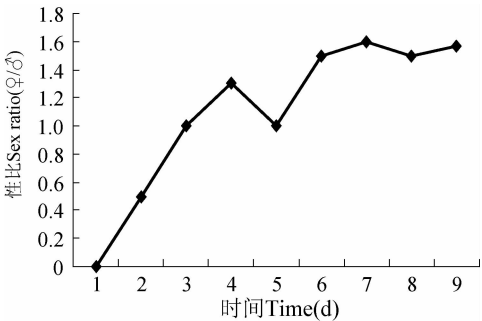


图 4 不同羽化天数性比
Fig. 4 Sex ratio of different eclosion days

长,时间约 10 min,最短 2 min,最长达 30 min,而雌雄比为 1:2、1:3、1:4、2:1、3:1、4:1 时,受到其他

雄蜂或雌蜂的干扰,交尾时间较短,甚至无交尾现象。此外,观察中发现雌雄蜂均可多次交尾。

交尾过程如下:交尾前雌蜂静止在盒壁上,前足不断梳理双翅和触角。当雄蜂追逐时,雌蜂会甩掉雄蜂飞行一段距离再静止并振翅。雄蜂两触角不停地摆动,翅时而展开时而收拢。当雄蜂追到雌蜂后,迅速爬上雌蜂背部,前足抱握雌蜂中胸,腹部向下弯曲,将阳茎插入雌蜂体内,振动双翅且触角不停的敲打雌蜂触角。交尾过程中,雌蜂大多时间较安静,偶尔会变换位置或飞行,若雌蜂已交过尾,雄蜂再次与之交尾时,雌蜂表现的焦躁,交尾成功后仍试图作出摆脱雄蜂的动作,如爬动、起飞等,然后悬挂在盒壁上,头部朝上,此时雄蜂已从雌蜂背部滑落,仍保持抱握姿势,整个身体呈“C”形,腹部紧紧贴在雌蜂腹末端,交尾结束后雄蜂便可活动,雌蜂则短时间停息后活动。

(3)产卵行为 草地螟阿格姬蜂大多交配后 1 d 开始产卵,产卵时间较短,一般为 1 ~ 2 min,卵多产在寄主头、胸部两侧。产卵情节如下:寄主晃动头部或有取食动作时吸引寄生蜂产卵,腹部向下半弯为攻击预备阶段,当寄主头部再次晃动时,寄生蜂在寄主头部晃动间歇期突然攻击,每次攻击 3 ~ 5 次,腹部弯曲呈“C”形。幼虫受到攻击后会退缩,试图躲避。寄生蜂此时身体再次处于半弯状态,等待再次攻击。

(4)生殖方式 草地螟阿格姬蜂大多进行两性生

殖,少数雌蜂进行孤雌生殖,孤雌生殖子代均为雄蜂。孤雌生殖的寄生成功率为 12. 10% (表 3),说明孤雌生殖可能是草地螟阿格姬蜂在没有雄峰条件下的被迫繁殖行为。

表 3 交配过的雌蜂与未交配雌蜂生殖力比较

Table 3 Fecundity comparision between copulation and not copulaiton female

处理 Treatment	接蜂数(头) Number of female	寄生数 (头) Number of parasitism	寄生成功率 (%) Rate of parasitism	出蜂数 (头/盒) Emerged parasitiod	雌蜂比例 (%) Proportion of female
未交配 Unmated	10	1. 212 ± 0. 252 Bb	12. 107 ± 2. 53 Bb	4. 204 ± 0. 414 Bb	0 Bb
交配 Mated	10	10. 000 ± 0. 000 Aa	100. 000 ± 0. 000 Aa	11. 701 ± 0. 264Aa	32. 003 ± 4. 425Aa

2. 3. 2 几种因素对草地螟阿格姬蜂寿命的影响

2. 3. 2. 1 不同营养、温度条件对成虫寿命(未产卵)的影响 温度和不同营养对草地螟阿格姬蜂成蜂寿命有显著影响。从表 4 中可以看出,在 16 ~ 34℃ 间,以 20% 蜂蜜水、10% 蔗糖水、清水作为营养源,不喂食为对照,成蜂寿命随温度的升高,逐渐缩短,补充各种营养的成蜂寿命均在 16℃ 时最长;在相同温度条件下补充蔗糖水时成蜂寿命最长,不喂食寿命最短,22℃ 下,补充蔗糖水成蜂寿命平均为 17. 11 d,不喂食成蜂寿命仅为 4. 21 d。

当饲喂清水、蔗糖水、蜂蜜水时,在 16℃ 下寿命最长,分别为 21. 00、32. 66、28. 67 d;34℃ 时寿命最短,分别为 1. 20、1. 56、2. 00 d,16℃ 和 22℃ 差异显著,28℃ 和 34℃ 差异显著($P < 0. 01$),而 22℃ 和 28℃ 下差异不显著($P > 0. 05$)(表 4)。

相同温度下(除 34℃ 外),补充营养明显提高草地螟阿格姬蜂的寿命,16℃ 下,饲喂 10% 蔗糖水时的平均寿命最长,其次为 20% 蜂蜜水,二者没有显著性差异,即补充蔗糖水和蜂蜜水均能显著延长雌蜂寿命,但表 4 中可以看出补充蜂蜜水的羽化率更高,所以 20% 蜂蜜水为最适营养。

由 22℃ 下草地螟阿格姬蜂成虫存活曲线(图 5)看出,饲喂 20% 蜂蜜水,10% 蔗糖水,清水的存活曲线均接近 A 型——凸型,大多数个体可达到其“生理寿命”,死亡主要发生在老熟个体中。饲喂清水与不喂食的存活曲线接近于 B 型——对角线型,单位时间内死亡数大致相等。对照组的成虫寿命短,存活率随时间的增加呈直线下降;增加补充营养的成虫存活率较高,但至后期下降较快。表明补充营养可显著延长成虫的寿命、增加成虫的存活率。

表 4 补充营养及温度对草地螟阿格姬蜂寿命(未产卵)的影响

Table 4 Influence of food resource and temperature on survival of *Agrypon flexorius* (before oviposition)

温度(℃) Temperature	草地螟阿格姬蜂寿命 Longevity (d)			
	不喂食 No food	清水 Water	蔗糖 Sucrose(10%)	蜂蜜水 Honey water(20%)
16	7. 561 ± 0. 193Aa	21. 000 ± 0. 762Aa	32. 663 ± 0. 031Aa	29. 676 ± 0. 893Aa
22	4. 212 ± 0. 395Bb	12. 784 ± 1. 591Bb	17. 114 ± 0. 793Bb	15. 000 ± 0. 941Bb
28	3. 333 ± 0. 294Bbc	8. 305 ± 1. 282BbC	14. 442 ± 0. 930Bb	12. 111 ± 1. 641BCc
34	1. 898 ± 0. 262Bc	1. 202 ± 0. 720Dd	1. 564 ± 0. 241Dd	2. 000 ± 0. 374Dd

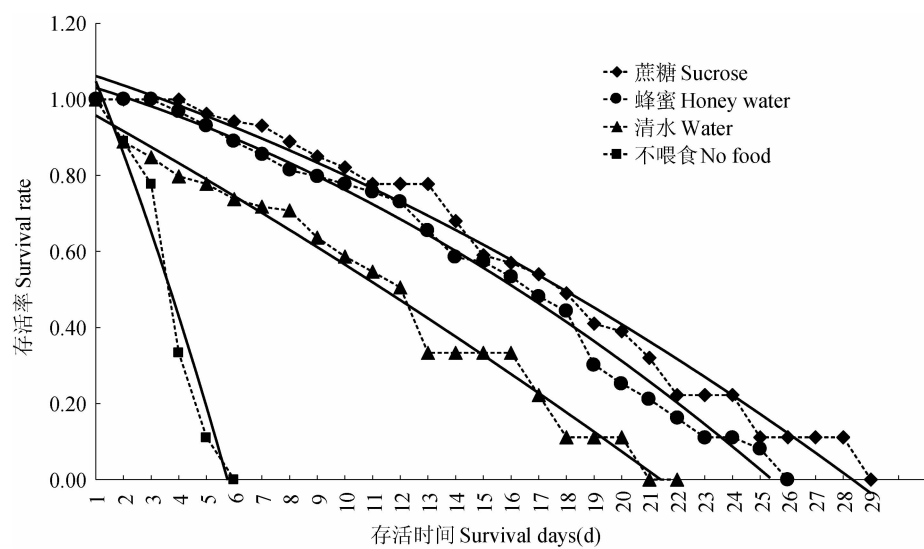


图 5 22℃下草地螟阿格姬蜂成虫存活曲线
Fig. 5 Adult survival curve of *Agrypon flexorius* at 22℃

2.3.2.2 营养条件对阿格姬蜂成虫寿命(产卵后)的影响 营养条件对草地螟阿格姬蜂的繁殖有显著影响。从表 5 中可以看出,喂食 20% 蜂蜜水时其繁殖力最高,各指标分别为:雌蜂寿命 4.27 d、雄蜂寿命 2.67 d,产卵期为 4.42 d,羽化子蜂总数为 10.00 头;其次为 10% 蔗糖溶液,补充清水时

只可延长草地螟阿格姬蜂寿命而不能提高其繁殖力。在提供寄主条件下,20% 蜂蜜水最适合繁殖,寿命长,羽化率高,羽化子蜂数为 10 头,与其他营养条件比差异显著;其次为蔗糖,羽化子蜂数为 6.86 头;最少的是清水和不喂食,且二者羽化子蜂数差异不显著。

表 5 营养条件对阿格姬蜂寿命和繁殖力(产卵后)的影响

营养 Food resource	寿命 Longevity		产卵期 Spawning period	羽化子蜂数 Offspring No.
	♀ Female	♂ Male		
蜂蜜 Honey water(20%)	4.275 ± 0.312Aa	2.673 ± 0.343BbCc	4.422 ± 0.723A	10.000 ± 1.000Aa
蔗糖 Sucrose(10%)	2.742 ± 0.491Bb	2.982 ± 0.201BbCc	3.215 ± 0.521AaB	6.862 ± 0.852Bb
清水 Water	2.126 ± 0.154Bbc	1.811 ± 0.201BCcde	1.963 ± 0.212BbC	3.713 ± 0.601Cc
不喂食 No food	1.634 ± 0.071BCde	1.233 ± 0.061Ce	1.184 ± 0.124bC	1.500 ± 0.311Cc

2.3.3 阿格姬蜂对不同龄期寄主的选择性 从表 6 中看出,草地螟阿格姬蜂对 4 龄草地螟幼虫的寄生率最高,平均 40.23%,选择系数为 0.47,其次为 5 龄和 3 龄,寄生率分别为 23.71% 和 20.02%,选择系数分别为 0.29 和 0.25。

2.3.4 趋光性与向上性 草地螟阿格姬蜂成虫

具较强趋光性。在指形管中培养出的成蜂放在室内时,只要把管的一端朝向窗口,则所有的个体很快向朝向窗口的一端集中。在室外强光下或热光源影响下,表现得非常活跃;阿格姬蜂成虫兼具较强的向上性,指形管中的成虫会沿管壁向上爬动,将管倒置,成虫仍沿管壁向上爬动。

表 6 草地螟阿格姬蜂对草地螟不同龄期幼虫的选择性
Table 6 Host-select of *Agrypon flexorius* to different instar of *Loxostege sticticalis*

寄主龄期 Instar	重复次数 Numbers of duplication	寄生头数 Numbers of parasitized host	平均寄生率(%) Average parasitized rate	选择系数 Selective index
3	5	5.999 ± 0.191Cc	20.020 ± 0.00313Cc	0.250 ± 0.00452Cc
4	5	11.873 ± 0.111Aa	40.231 ± 0.00504Bb	0.470 ± 0.00403Aa
5	5	7.200 ± 0.113Bb	23.710 ± 0.00596Aa	0.290 ± 0.28141Bb

3 小结与讨论

3.1 草地螟阿格姬蜂发育及形态观察

本研究结合草地螟阿格姬蜂幼虫的发育过程和形态特征,确定该蜂历经卵、1 龄、2 龄、3 龄、蛹发育至成虫。23℃ 未滞育情况下,卵到成虫发育时间需要 30 ~ 37 d。这与李红(2008)调查的整个生活史完成约需 40 d 的结论基本吻合。草地螟其它姬蜂科寄生蜂 *Phytodietus segmentator* Grav 从卵到成虫完成需 32 ~ 38 d (Anisimova, 1931); *Phytodietus piticherrimus* Cress 需要 38 ~ 46 d (Simmonds, 1947a); *Melanichneumon rubicundus* Cress 需要 42 ~ 50 d (Wishart, 1949)。从发育时间看,草地螟阿格姬蜂发育时间总长度与 *P. segmentator* 相似。

3.2 草地螟阿格姬蜂田间寄生率

草地螟阿格姬蜂对草地螟幼虫具有明显的跟随现象,而且在 2 代草地螟上的寄生率较高。河北康保采集的越冬虫茧中寄生蜂寄生率为 0.049%,内蒙古呼和浩特伊利第七牧场采集的幼虫中寄生率为 3.04%。河北康保地区常年多风,气候湿润,适于草地螟的生长与繁殖,4 月份采集到的越冬虫茧寄生率并不高,原因有几点:①草地螟多种寄生性天敌包括寄生蝇压制了草地螟阿格姬蜂的寄生;②野生蜜源不足,影响了其产卵的质量和数量;③康保地区海拔较高,夏季风大,日均温多低于 22℃,影响雌蜂的寿命和寄生率。从中可以看出草地螟阿格姬蜂寄生率受气候、食源、其它天敌分布的影响。

3.3 草地螟阿格姬蜂的交尾、产卵及生殖方式

草地螟阿格姬蜂雌、雄蜂均可多次交尾,大多进行两性生殖,少数雌蜂也进行孤雌生殖。卵多产在寄主头、胸部。与之类似的草地螟寄生蜂如

Cryptus inornatus Pratt, 雄蜂比雌蜂羽化早大约 1 d,几天后可以交配,未受精卵多为雄蜂,卵多产在寄主茧内幼虫附近,过寄生现象普遍 (Ullyett, 1949)。*M. rubicundus* 羽化后即可交尾,雌雄蜂有时不止交尾一次,卵随机产在草地螟新化蛹的头、胸部,如果蛹成熟后一般产在腹部 (Wishart, 1949)。

草地螟阿格姬蜂喜好将卵产在寄主幼虫头、胸部,实际观察中发现活动力较强的 2 龄至 3 龄幼虫在受到寄生蜂攻击时会有力的摆动头部或短暂快速爬行躲避寄生蜂的攻击,因此寄生蜂一般选择 4 龄以上的活动力较弱的寄主对其寄生,这也是草地螟阿格姬蜂在 4 龄草地螟幼虫寄生率较高的一个原因。

3.4 不同条件(营养、温度等)对草地螟阿格姬蜂寿命的影响。

草地螟阿格姬蜂在相同温度下补充糖类物质能延长成蜂寿命,尤其 10% 蔗糖溶液寿命最长,其存活曲线接近 A 型——凸型,这意味着大多数个体可达到其“生理寿命”且死亡主要存在于老熟个体中。而清水与不补充营养寿命较短,存活曲线接近于 B 型——对角线型,这说明单位时间内死亡数大致相等 (戈峰, 2008)。*P. piticherrimus* 在 24℃ 下,饲喂清水和葡萄糖,雄蜂寿命大约 30 d (Simmonds, 1947a)。*Meteorus loxostegei* Vier 饲喂蜂蜜水、葡萄糖、蔗糖,寿命都可达几周 (Simmonds, 1947b)。

在寄生蜂产卵情况下,雌蜂在饲喂 20% 蜂蜜水下最适合产卵,而且寿命、产卵期较长,羽化子蜂数最高,饲喂 10% 蔗糖,虽然雄蜂的寿命最长,但雌蜂的寿命、产卵期、羽化子蜂数都不如饲喂 20% 蜂蜜水条件下效果好。总之,寄生蜂产卵后的寿命明显比不产卵的寿命短。

因此室内繁殖时,遇到寄生蜂羽化高峰,寄主

幼虫还未发育至适于寄生的龄期,前期可采取饲喂蔗糖,适当延长寄生蜂寿命,待幼虫发育到合适龄期时,再补给寄生蜂蜂蜜水,利于产卵。

3.5 阿格姬蜂对不同龄期寄主的选择性

草地螟阿格姬蜂最适寄生为 4 龄草地螟幼虫,其次为 5 龄幼虫。田晓霞(2010)调查发现在 3 龄寄主幼虫中收集到草地螟阿格姬蜂,可看出草地螟阿格姬蜂可以寄生 3 龄寄主幼虫,表明该蜂至少可从寄主幼虫 3 龄开始寄生。通过本实验进一步确定了草地螟阿格姬蜂选择寄主最适龄期为 4 龄。李红(2008)调查发现野外草地螟阿格姬蜂寄生 5 龄幼虫为主,寄生率达到 33.25%,室内提供 5 龄幼虫进行寄生,寄生率高达 60%。这一结果与本实验有出入,可能的原因是判断幼虫龄期上产生差异,因为实验所选幼虫是凭饲养经验来判断龄期的大小,并未全程记录幼虫蜕皮次数来判断龄期大小,因此不排除本实验与李红(2008)在判断龄期大小时有差异,因此需要进一步实验来证实。

参考文献 (References)

Anisimova M, 1931. The biology of a parasite of the meadow moth, *Phytodietus segmentator* Grav. The Meadow Moth in 1929 - 1930. Kiev. Izd. Okr. Nauchno-issled. Inst. Sakharn. Promuisihl. 161 - 170.

Simmonds FJ, 1947a. The biology of *Phytodietus piticherrimus* (Cress.) (Ichneumonidae, Tryphoninae) parasitic of *Loxostege sticticalis* L. in North America. *Parasitology*, 35 (3):150 - 156.

Simmonds FJ, 1947b. The biology of the parasites of *Loxostege sticticalis* L., in North America-*Meteorus loxostegei*, Vier. (Braconidae, Meteorinae). *Bull. Entomol. Res.*, 38

(Pt2):373 - 379.

Ulyett GC, 1949. Distribution of progeny by *Cryptus inornatus* Pratt (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Can. Entomol.*, 81 (12):285 - 299.

Wishart G, 1949. The biology of *Melanichneumon rubicundus* (Cress.) (Hymenoptera, Ichneumonidae). *Can. Entomol.*, 80(1/12):118 - 137.

戈峰, 2008. 昆虫生态学原理与方法. 北京:高等教育出版社. 64.

关成宏, 王险峰, 2005. 草地螟发生特点及防治方法. 现代化农业, (3):17.

李红, 2008. 草地螟幼虫寄生天敌种类、寄生率及其影响因子的研究. 硕士学位论文. 北京:中国农业科学院植物保护研究所.

梁光红, 杨建全, 季清娥, 黄居昌, 陈家骅, 2007. 切割潜蝇茧蜂的个体发育. 湖南农业大学学报:自然科学版, 33 (3):321 - 323.

唐启义, 冯明光, 2002. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京:科学出版社. 41 - 42.

田晓霞, 2010. 草地螟寄生蜂及其对寄主种群的控制作用. 硕士学位论文. 北京:中国农业科学院植物保护研究所.

王军华, 张学忠, 王秀清, 海涛, 2003. 生物农药高效 Bt 在灭治草地螟中的应用. 养殖技术顾问, (8):16.

王淑芳, 1984. 中国阿格姬蜂属记述 II. 动物分类学报, 9 (3):309 - 314.

尹姣, 曹雅忠, 罗礼智, 胡毅, 2005. 草地螟对寄主植物的选择性及其化学生态机制. 生态学报, 25(8):1844 - 1852.

张树坤, 刘梅凤, 李齐仁, 1987. 山西省草地螟发生规律、预测预报及其综合治理的研究. 病虫测报, (增刊 1):82 - 97.

张跃进, 姜玉英, 江幸福, 2008. 我国草地螟关键控制技术研究进展. 中国植保导刊, 28(5):15 - 19.