

蝇蛹金小蜂对家蝇蛹的寄生策略^{*}

陈中正 刘继兵 贺 张 段毕升 胡好远^{**}

(安徽师范大学生命科学学院 安徽省高校生物环境与生态安全省级重点实验室 芜湖 241000)

摘 要 蝇蛹金小蜂 *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani 是家蝇 *Musca domestica* 蛹期常见寄生蜂种类。本文探讨蝇蛹金小蜂对寄主日龄的选择策略以及该寄生蜂的寿命、产卵历期和后代数量等规律。结果表明寄生蜂可利用各日龄的蝇蛹,寄生高龄期蝇蛹时,寄生蜂后代产量显著降低,既未出蜂也未出蝇的死亡蝇蛹比例显著增加;寄生蜂寿命为 (11.89 ± 6.99) d,产卵历期为 (9.58 ± 6.67) d,单个雌蜂后代产量为 (33.74 ± 18.08) 头,雄性后代的发育历期显著短于雌性后代,随着寄生蜂产卵历期的延长,寄生蜂后代产量下降,雄性后代比例增加。

关键词 寄生蜂,害虫,生物防治,繁殖策略,行为

Strategies of *Pachycrepoideus vindemmiae* parasitizing pupae of houseflies

CHEN Zhong-Zheng LIU Ji-Bing HE Zhang DUAN Bi-Sheng HU Hao-Yuan^{**}

(Key Laboratory of Biotic Environment and Ecological Safety in Anhui Province, College of Life Sciences, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

Abstract The parasitoid wasp *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani is a common parasitoid of housefly (*Musca domestica*) pupae. Its preferences for different ages of housefly pupae, life-span, oviposition and number of progeny number were studied. The results show that *P. vindemmiae* can parasitize pupae of all ages. Progeny number significantly decreased with increasing host age, and the proportion of dead pupae, from which neither parasitoid wasps nor houseflies emerged, also significantly increased with pupal age. The wasp's life-span was (11.89 ± 6.99) d, its reproduction duration was (9.58 ± 6.67) d and the mean number of progeny per female was 33.74 ± 18.08 . Male progeny had a significantly shorter developmental duration than females. Progeny number decreased at the end of the oviposition period with a higher proportion of males being produced.

Key words parasitoid wasps, pest insects, biological control, reproductive strategies, behavior

寄生蜂是家蝇 *Musca domestica* 的重要天敌组成,在控制家蝇种群密度中起着重要的调控作用;在生产实践中,应用并适当维护这些寄生蜂的密度,可长期将家蝇种群密度控制在一定阈值以内。充分发挥生物防治不污染环境,不杀伤天敌,且具有持续控灾效果的优势,可以达到保护生态环境,保护生物多样性,持续控制虫害的目标。蝇蛹金小蜂 *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani 是家蝇蛹期常见寄生蜂种类,属于小蜂总科 Chalcidoidea,金小蜂科 Pteromalidae,金小蜂亚科 Pteromalinae,在

对家蝇等蝇类害虫的生物防治上起着非常重要的作用,具有很大的利用潜力(郭玉杰等,1997)。家蝇是重要的卫生害虫,在我国广泛分布,严重威胁食品和卫生安全。本文探讨了蝇蛹金小蜂对家蝇蛹的寄生策略,以期应用该寄生蜂开展对家蝇的生物防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 家蝇的试验种群和寄生蜂来源

供试家蝇采自安徽师范大学中校区食堂附

^{*} 资助项目:国家自然科学基金(30970392)、重要生物资源保护和利用研究安徽省重点实验室基金、安徽师范大学博士科研启动基金和安徽师范大学创新基金(2010cxjj13)。

^{**} 通讯作者, E-mail: haoyuanhu@126.com

收稿日期:2010-11-29,接受日期:2011-01-27

近。在室内进行人工饲养。家蝇饲养方法参照何凤琴(2006),室内饲养获得家蝇蝇蛹。定期将 1~2 日龄蝇蛹放入黄色的广口容器中,覆以大孔纱网,置于校园内诱集寄生蜂。3~4 d 后取回,每天定时观察是否有寄生蜂出蜂。寄生蜂种类由中国科学院动物研究所肖晖副研究员鉴定。诱集时间为 2009 年 7 月底。

1.2 寄生蜂的养殖

分别取交配后的蝇蛹金小蜂单头,在室温条件下建立寄生蜂株系。培养器皿为直径为 10 cm 高为 15 cm 的塑料杯,蝇蛹和小蜂比例为 10:1,同时饲以 10% 的蜂蜜水进行饲养。繁殖 3 代以上。

1.3 寄生蜂对家蝇蝇蛹日龄的选择

蝇蛹按化蛹后日期分为 1 日龄蛹(化蛹在 24 h 内)、2 日龄蛹、3 日龄蛹、4 日龄蛹和 5 日龄蛹 5 组,每组共设 10 个重复。取羽化 24 h 内集中交配后的雌蜂准备接蜂。培养器皿为直径 4 cm、高 5 cm 的特制透明玻璃杯,每个杯为 1 重复。准备足够数量的 1 日龄蝇蛹(2 000 头左右),在每杯中引入上述雌蜂 1 头,接入 10 头 1 日龄的蝇蛹,同时以棉絮沾取 10% 蜂蜜水补充营养。第 2 天,从上述蝇蛹中取出 10 头 2 日龄新鲜蝇蛹,更换杯中蝇蛹。实验持续至所准备的蝇蛹全部出蝇(在试验条件下,5 日后出蝇)。每日将各杯中更换后的家蝇蛹分别装入直径 1 cm、高 5 cm 的冻存管中,棉塞封口。待出蜂完毕,观察记录每管内的羽化的雄蜂、雌蜂和家蝇数量,管内蝇蛹在体式显微镜下镜检。实验在人工气候箱内进行,温度为 $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$,光照强度为 60% (约 2 000 lx) (L:D = 14:10),相对湿度均为 $\text{RH} = 50\% \pm 5\%$ 。

1.4 寄生蜂存活期内的产卵规律

选择羽化 24 h 内,集中交配过的蝇蛹金小蜂雌蜂作为研究对象。设置 25 个重复,每杯为 1 个重复。在上述的玻璃杯中引入一只雌蜂,接入 10 头 1~2 日龄家蝇蛹,同时以棉絮沾取 10% 蜂蜜水补充营养。每天定时取出杯中蝇蛹,再放入 10 头 1~2 日龄的蝇蛹。实验持续至雌蜂死亡。每日将各杯中更换后的家蝇蛹分别装入直径 1 cm、高 5 cm 的冻存管中,棉塞封口。每日定时记录各管内羽化的雄蜂和雌蜂数量,管内蝇蛹在体式显微镜下镜检。实验其它条件同 1.3。统计获得寄生蜂的存活时间、产卵历期、每日雌蜂和雄蜂产量及性

比变化趋势、雌蜂和雄蜂的发育历期以及后代子蜂的总性比。数据经过筛选,排除未产卵的个体以及只产雄性后代的个体,有效实验重复组为 19 组。

1.5 数据分析

在 R2.6.1 软件中使用广义线性模型 (generalized linear model, GLM) 分析了各参数(蝇蛹日龄、寄生蜂后代发育历期以及雌蜂产卵历期)对寄生蜂后代数量、后代性比的影响。数量数据使用泊松分布模型,比例数据使用二项分布模型。建立模型后,根据模型的 HF (残差/df) 值判定数据与泊松分布或二项分布的符合程度。较大的 HF 值 ($HF > 1$) 意味着偏离泊松分布或二项分布,会导致显著性检验程度被高估;用近似泊松分布 (quasipoisson) 或近似二项分布 (quasibinomial) 进行模型拟合,对最后获得的模型用 F 检验进行分析 (Crawley, 2007)。

2 结果与分析

2.1 寄生蜂对寄主日龄的选择策略

蝇蛹金小蜂对不同日龄家蝇蛹的寄生状况如图 1 所示,寄生蜂可以利用 1~5 日龄家蝇蝇蛹。寄生蜂后代产量随所提供的家蝇蝇蛹日龄的增加而显著变化 ($F_{1,48} = 6.29, P = 0.016$),寄生蜂后代数量随家蝇蝇蛹日龄的增加而减少,寄生蜂后代性比并不随所寄生的蝇蛹日龄变化而显著变化 ($F_{1,44} = 2.04, P = 0.153$)。正常出蝇的蝇蛹比例也不受家蝇蝇蛹日龄的影响 ($F_{1,48} = 0.01, P = 0.907$),既未出蜂也未出蝇的死亡寄主比例随家蝇蝇蛹日龄增大而显著增加 ($F_{1,48} = 7.58, P = 0.008$)。

2.2 不同日龄的寄生蜂对家蝇蝇蛹的选择策略

蝇蛹金小蜂雌蜂的寿命为 (11.89 ± 6.99) d,产卵历期为 (9.58 ± 6.67) d,后代产量为 33.74 ± 18.58 头(雌: (26.84 ± 13.76) 头;雄: (6.89 ± 6.14) 头),后代雄性百分比为 0.20 ± 0.12 。寄生蜂发育历期为 (16.00 ± 1.30) d (13~23 d),其中雌蜂发育历期为 (16.08 ± 1.12) d,雄蜂的发育历期为 (15.67 ± 1.87) d,雄蜂发育历期显著小于雌蜂 ($t_{153.33} = 2.38, P = 0.018$)。不同发育天数时,出蜂数量存在显著差异 ($F_{1,352} = 18.18, P < 0.001$)。95% 以上的蝇蛹金小蜂的

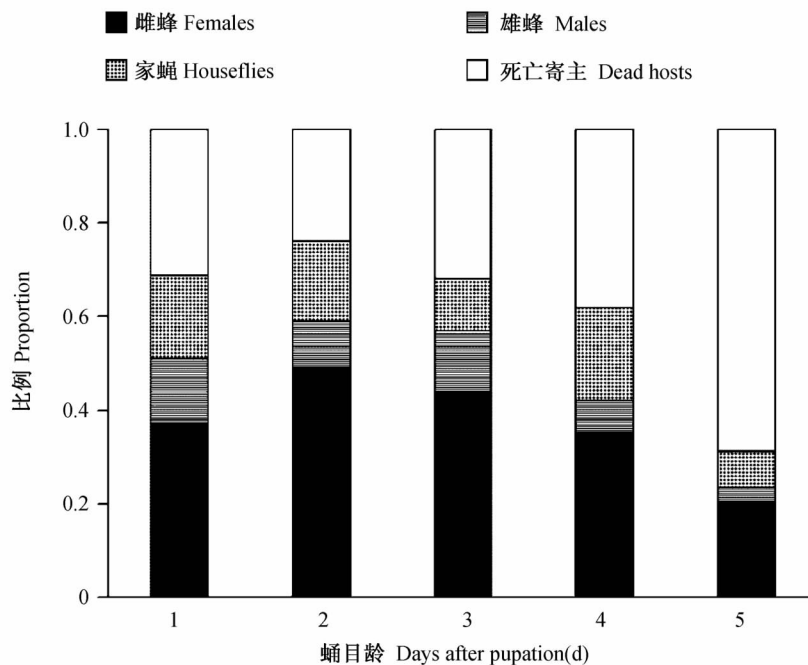


图1 蝇蛹金小蜂对不同日龄家蝇蛹的选择

Fig. 1 Selection of *Pachycrepoideus vindemmia* to housefly pupae of different ages

发育历期在 14 ~ 18 d 范围内。随发育历期延长, 后代性比显著减小 ($F_{1, 316} = 7.43$, $P = 0.007$)。随其日龄的增加, 寄生蜂后代数量显著减少 ($F_{1, 352} = 14.62$, $P < 0.001$), 寄生蜂后代性比显著增加 ($F_{1, 316} = 5.67$, $P = 0.018$) (图 2)。

3 讨论

结果表明: 蝇蛹金小蜂为单寄生性种类, 在单个寄主蝇蛹中, 仅能发育成熟 1 头寄生蜂。在给予龄期较大的家蝇蛹时, 蝇蛹金小蜂后代数量显著降低, 既未出蜂也未出蝇的死亡寄主比例随家蝇蛹日龄增大而显著增加, 正常出蝇的蝇蛹比例不受家蝇蛹日龄的影响; 寄生蜂的雄性后代的发育历期显著短于雌性后代, 随着寄生蜂产卵历期的延长, 寄生蜂后代产量下降, 雄性后代比例增加。

寄生蜂发育中的营养一般完全依靠寄主。寄主的营养质量可能影响到寄生蜂对寄主的选择性 (Charnov, 1982; King, 1988; Wang and Messing, 2004)。寄主大小和寄主的龄期均反映了寄主质量的高低。其中, 对寄主大小和寄生蜂后代产量以及性比组成变化的研究较多。研究表明, 寄生

蜂更倾向于在较大的寄主内产出更多的后代 (Mayhew and Glaizot, 2001); 当有不同质量的寄主存在时, 雌蜂更倾向于在质量较差的寄主上产下更多的雄性后代 (King, 1988; Abe *et al.*, 2010)。寄主的龄期也会影响到寄生蜂的产量和性比组成。由于不同龄期蝇蛹发育成熟程度不同, 蝇蛹金小蜂倾向于利用 2 ~ 3 龄蝇蛹 (Wang and Messing, 2004)。当寄主中老龄寄主比例增加时, 寄生蜂的寄生率会下降 (King, 1997)。本研究结果也表明, 寄主龄期影响到蝇蛹金小蜂对寄主的寄生, 在 2 ~ 3 龄家蝇蛹上, 该寄生蜂能产出更多后代数量; 随寄主龄期增加, 寄生蜂产量下降。

一般认为, 在同代昆虫中, 雄性个体会比雌性个体较早成熟, 有着较短的发育历期 (Fagerström and Wiklund, 1982; Hu *et al.*, 2010b)。雄性个体发育历期较短具有重要生物学意义。首先, 保证雌性个体的成功交配 (Fagerström and Wiklund, 1982); 对于寄生蜂而言, 其性别决定方式为单双倍型, 未交配的雌蜂仅能产出单倍型卵, 发育成雄性后代; 交配后的雌蜂可以产出雌雄两性后代 (Charnov, 1982; Hu *et al.*, 2010a); 雄蜂先于雌

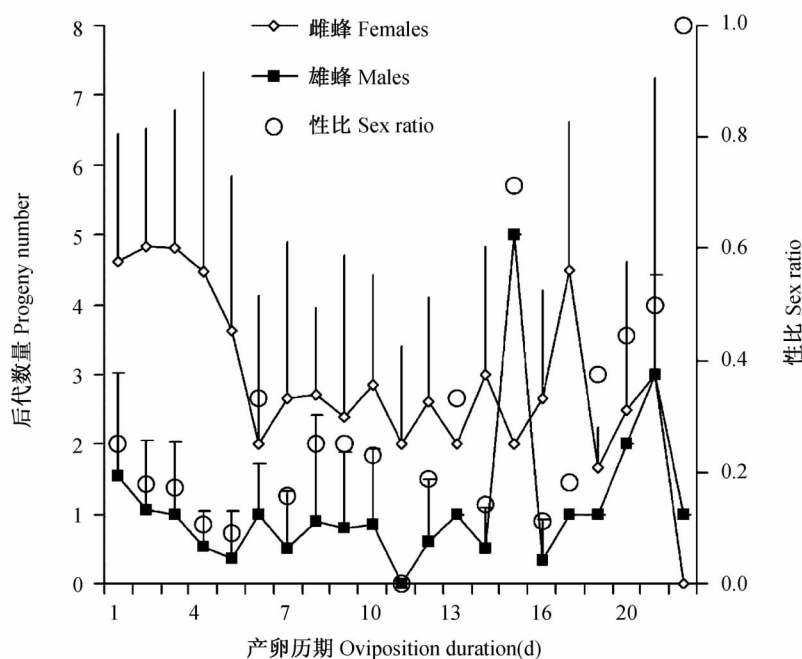


图2 不同产卵历时时蝇蛹金小蜂后代数量(平均数 $\pm$ 标准差)和性比

Fig. 2 Progeny number and sex ratio of *Pachycrepoideus vindemmiae* at different oviposition phases

蜂发育成熟,可增加子代种群数量。其次,在雄性存活时间较长的情况下,使雌性个体和最合适的雄性进行交配(Wang *et al.*, 1990)。再次,雌性后代有着较长的发育历期,可能会形成较大的个体,具有更长的存活时间和怀卵量(King, 1988; Eijs and Van Alphen, 1999)。先羽化的雄蜂显著具有较大的适合度,随出蜂时序的延长,后出的雄性个体的死亡率可能增加(Abe *et al.*, 2007)。作者的结果也表明,蝇蛹金小蜂的雄性后代具有较短的发育历期,它们常先于雌蜂发育成熟。

一些研究结果表明,寄生蜂在产卵时,可能存在优先产出发育为雄性的未受精卵,产卵后期主要为雌性后代(Raja *et al.*, 2008; 胡好远等, 2010)。但这些结果均在假设精子充足的基础上。在本研究中,在产卵的最初几天内,与上述结果类似,雄蜂比例降低,雌蜂比例增加。但在产卵后期,雄性比例显著增加。作者认为,在产卵后期,产卵个体体内所储藏的精子数量可能存在不足,产卵雌体从而产出了更高比例的雄性后代。

蝇蛹金小蜂为家蝇、实蝇等害虫防治上的重要寄生蜂(郭玉杰等, 1997)。本研究表明,蝇蛹中存在一定比例的既未出蝇也未出蜂的死亡寄主,

这可能与寄生蜂对寄主的取食有关。对寄主的取食和产卵寄生均能有效地减少寄主害虫的数量(Rivero and West, 2005)。蝇蛹金小蜂在对家蝇的控制上,有着重要的应用前景。

参考文献(References)

- Abe J, Innocent T, Reece SE, West SA, 2010. Virginity and the clutch size behavior of a parasitoid wasp where mothers mate their sons. *Behav. Ecol.*, 21(4):730—738.
- Abe J, Kaninura Y, Shimada M, 2007. Sex ratio schedules in a dynamic game: the effect of competitive asymmetry by male emergence order. *Behav. Ecol.*, 18(6):1106.
- Charnov EL, 1982. *The Theory of Sex Allocation*. Princeton: Princeton University Press. 1—363.
- Crawley M, 2007. *The R Book*. Chichester: Wiley Publishing. 575—590.
- Eijs IEM, Van Alphen JJM, 1999. Life history correlations: why are hymenopteran parasitoids an exception? *Ecol. Lett.*, 2(1):27—35.
- Fagerström T, Wiklund C, 1982. Why do males emerge before females? Protandry as a mating strategy in male and female butterflies. *Oecologia*, 52:164—166.
- 郭玉杰, Hogsett JA, Greene L, Jones CJ, 1997. 畜禽饲养

- 场蝇蛹寄生性天敌调查. 中国生物防治, 13(3):106—109.
- 何凤琴, 2006. 蝇蛆养殖与利用技术. 北京:金盾出版社. 1—188.
- Hu HY, Ma GC, Niu LM, Fu YG, Peng ZQ, Huang DW, 2010a. The effects of relatedness on offspring sex ratio in pollinating fig wasps. *Evol. Ecol. Res.*, 12(1):143—150.
- 胡好远, 朱小力, 陈中正, 牛黎明, 符悦冠, 2010. 寄生蜂性别分配行为. 昆虫知识, 47(6):1081—1088.
- Hu HY, Zhu XL, Han DY, Niu LM, Fu YG, 2010b. Can the sex ratio of the spiralling whitefly (*Aleurodicus dispersus*) be described by local mate competition? *Evol. Ecol. Res.*, 12(5):685—691.
- King BH, 1988. Sex ratio manipulation in response to host size by the parasitoid wasp *Spalangia cameroni*, a laboratory study. *Evolution*, 42(6):1190—1198.
- King BH, 1997. Effects of age and burial of house fly (Diptera: Muscidae) pupae on parasitism by *Spalangia cameroni* and *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Envir. Entomol.*, 26(2):410—415.
- Mayhew PJ, Glaizot O, 2001. Integrating theory of clutch size and body size evolution for parasitoids. *Oikos*, 92(2):372—376.
- Raja S, Suleman N, Compton SG, Morre JC, 2008. The mechanism of sex ratio adjustment in a pollinating fig wasp. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 275:1603—1610.
- Rivero A, West SA, 2005. The costs and benefits of host feeding in parasitoids. *Anim. Behav.*, 69:1293—1301.
- Wang GY, Greenfield MD, Shelly TE, 1990. Inter-male competition for high-quality host-plants: The evolution of protandry in a territorial grasshopper. *Behav. Ecol. Soc.*, 27:191—198.
- Wang XG, Messing RH, 2004. Two different life-history strategies determine the competitive outcome between *Dirhinus giffardii* (Chalcididae) and *Pachycrepoideus vindemmiae* (Pteromalidae), ectoparasitoids of cyclorrhaphous Diptera. *Bul. Entomol. Res.*, 94(5):473—480.

* * * * *

更 正

《应用昆虫学报》2011 年 48 卷第 5 期封面照片应为玉龙尾凤蝶 *Bhutanitis yulongensis* Chou, 作者易传辉。特此更正。

《应用昆虫学报》2011 年 48 卷第 5 期刊发的“稻飞虱:国际视野下的中国问题”,第 1185 页右栏第 2 段第 14 行“19 世纪 80 年代和 90 年代”,应为“20 世纪 80 年代和 90 年代”。特此更正。

《应用昆虫学报》编辑部

黑光灯诱集麦红吸浆虫成虫的数量及性比的变化^{*}

陈华爽^{1,2} 武予清^{1**} 苗进¹ 郁振兴^{1,3} 段云¹ 蒋月丽¹ 都振宝^{1,2}

(1. 河南省农业科学院植物保护研究所, 河南省农作物病虫害防治重点实验室 郑州 450002;

2. 华中农业大学湖北省昆虫资源利用与害虫可持续治理重点实验室 武汉 430070)

摘 要 在河南省洛宁县小麦田夜间用黑光灯诱集麦红吸浆虫 *Sitodiplosis mosellana* (Gehin) 成虫, 结果表明黑光灯对麦红吸浆虫成虫有极强的吸引作用, 2010 年 4 月 30 日至 2010 年 5 月 19 日之间日累计灯诱数量在 9~5 661 头之间。5 月 7 日是麦红吸浆虫发生的最高峰, 当晚从 20:00—23:30 累计灯诱数量多达 5 661 头; 20:00 以前天未完全黑, 麦红吸浆虫成虫对黑光灯灯光不太敏感, 灯诱数量较少; 21:00—21:30 时间段是麦红吸浆虫成虫夜间灯诱的高峰期, 监测期间该时间段累计灯诱 4 134 头; 22:30 以后吸浆虫活动显著减少。每晚灯诱数量与当日田间黄色粘板捕捉数量、网捕数量具有显著的相关关系, 诱集到的红吸浆虫性比偏向雌性, 表明黑光灯可以用作麦红吸浆虫成虫的监测工具。

关键词 黑光灯, 麦红吸浆虫成虫, 性比

The amount and sex-ratios of trapped wheat orange midge *Sitodiplosis mosellana* adults by black-light lamp

CHEN Hua-Shuang^{1,2} WU Yu-Qing^{1**} MIAO Jin¹ YU Zhen-Xing^{1,3}

DUAN Yun¹ JIANG Yue-Li¹ DU Zhen-Bao^{1,2}

(1. Key Laboratory of Crop Pest Control of Henan Province, Institute of Plant Protection Henan

Academy of Agricultural Science, Zhengzhou 450002, China;

2. Key Laboratory of Insect Resource Utilization & Sustainable Pest Management of Hubei Province, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract The attractiveness of black-light lamps to the wheat orange midge *Sitodiplosis mosellana* (Gehin) adults was investigated in Luoning county, Henan Province. Adult midges were strongly attracted by black-light lamps during the hours of darkness from April 30 to May 19. From 9 to 5 661 adults were attracted per night; the largest number, 5 661 adults, was attracted between 21:00 and 23:30 on 7 May. Few adults were attracted before 20:00 because the midges were not sensitive to the lamp until it was totally dark. 21:00—21:30 was the peak time for trapping, during which period 4 134 adults were attracted. Midge activity significantly declined after 22:30. The number of midges trapped using black-light lamps was significantly correlated with the number trapped by yellow sticky boards and sweep netting on the same day. Sex ratios of trapped adults were female biased. The results indicate that black-light lamps can be an effective monitoring tool for adult midges.

Key words black-light lamp, wheat midge adults, sex ratios

麦红吸浆虫 *Sitodiplosis mosellana* (Gehin) 隶属双翅目瘿蚊科, 幼虫潜伏在颖壳内吸食正在灌浆的麦粒汁液, 造成秕粒、空壳, 是小麦上的一种重要害虫。2004 年以来黄淮海麦区麦红吸浆虫发

生面积日益扩大, 现在年发生面积达 200 万 hm^2 左右, 给小麦生产带来了严重的威胁 (农业部, 2007)。对于小麦红吸浆虫的预测预报, 多年来我国生产上一直采用淘土、网捕、目测、剥穗等方法,

* 资助项目: 国家现代农业产业技术体系 (CARS-03)。

** 通讯作者, E-mail: yuqingwu36@hotmail.com

收稿日期: 2010-11-03, 接受日期: 2010-12-16

近两年又发展了黄色粘板捕捉成虫的测报技术(武予清等,2008)。

大多数夜出型昆虫具有趋光性,利用灯光诱杀害虫已成为害虫综合治理中的一项重要措施。据曾省(1965)著作中介绍,江苏扬州农业试验站发现麦红吸浆虫成虫具有微弱的趋光性,红灯在4个晚上诱获成虫22头,黄灯诱获数是红灯的1.9倍,绿灯诱获数是红灯的2.32倍,蓝灯诱获数是红灯的2.68倍;贵州思南农业局观测站报道表明小麦吸浆虫具有较强的趋光性,在一般螟虫灯下诱获相当多,而麦红吸浆虫多于麦黄吸浆虫,吸浆虫对红、蓝光线趋光性较强,黄绿次之,白色较差。黑光灯是我国农作物虫情测报的主要工具,它发出3300~4000 nm的紫外光波对许多种类的昆虫成虫具有吸引作用,目前已经建立了遍布全国的监测网点。明确麦红吸浆虫成虫是否对紫外光波具有趋性,利用黑光灯监测能否准确反应田间麦红吸浆虫的发生情况,对于进一步改进小麦吸浆虫的监测方法,提高监测效率具有重要的生产意义。为此2010年作者在河南省洛宁县小麦红吸浆虫成虫出土期,利用黑光灯、黄色粘板、网捕和目测等方法对麦红吸浆虫成虫发生情况进行了研究和对比。

1 材料与方法

1.1 试验地点

试验于2010年4月9日至2010年5月19日在河南省洛阳市洛宁县西山底乡孙洞村(北纬34°20′45.91″,东经111°31′03.01″)的3 hm²麦田进行,该田块为红吸浆虫的常发区。

1.2 试验材料

黑光灯(佳多公司生产)、黄板(佳多公司生产)、机油、白色纱布、竹竿、刷子、铁丝、75%酒精、毛笔、解剖镜、木桩、扎带、夹子、捕虫网等。

1.3 试验方法

1.3.1 黑光灯诱集方法 取3根竹竿,2根竖立,第3根横在竖立的2根上,用铁丝固定。竖立的2根竹竿撑起白色纱布,纱布前挂一排黄色板(30 cm×30 cm)10个,黑光灯设置距粘板30 cm,底部距地面2 m。每晚19:30把整个装置置于田边,在黄色板上刷上一层机油,利用机油的粘性捕获麦红吸浆虫成虫。每隔30 min调查并记录粘板上的

麦红吸浆数量,另外用毛笔随机挑选一部分麦红吸浆虫,放在盛有75%酒精的离心管里,带回实验室在解剖镜下鉴定性别。之后用刷子清除掉粘板上的吸浆虫,重新刷上机油,30 min后重复上述操作(由于黄板用铁丝固定在竹竿上,若更换耗资又费时,重复利用既经济又省时)。

1.3.2 黄板监测方法 黄色粘板下缘与小麦冠层顶部平行相接,用木棍或竹竿支撑,设置间距为5 m,每小区麦田10块,顺垄设置2行,每行5块(武予清等,2009),共设3个小区。黄色粘板每2 d调查更换1次,直到成虫期结束为止。统计数据后取平均数。

1.3.3 网捕 与黄板调查日期相同,每个小区随机选两点,天气晴朗的傍晚17:00—19:00,手持捕虫网顺麦垄逆风行走,网口下部紧贴小麦穗颈,边走边左右往返捕虫,每点捕10复网,计算捕获成虫数(武予清等,2009)。每个小区重复3次。统计数据后取平均数。

1.3.4 目测法 每次网捕调查前(16:00—17:00),在麦垄中蹲下,双手从麦株中下部将麦株左右分开,记录一眼看到的麦红吸浆虫成虫数量(刘纪书,1995)。每个小区均匀选20个点。统计数据后取平均数。

1.4 数据统计与分析

数据采用Excel-2003、DPS数据处理系统及SPSS16.0数据处理系统进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 黑光灯诱集麦红吸浆虫成虫方法与其他调查方法的相关性

监测周期内平均每黄板粘到的麦红吸浆虫成虫数为1~28头,平均每10复网捕到的数量为4.7~118.7头,平均每个点目测观察到的数量为2.5~12.3头。小麦乳熟期随机剥穗调查3个小区每100穗分别剥得麦红吸浆虫幼虫133头、29头、26头。麦红吸浆虫成虫的灯诱数量分别与黄板粘虫数量、网捕数量、目测数量进行相关性分析(表1),结果表明,灯光诱集数量与目测数量的相关系数为0.646,在0.05水平上相关显著,与网捕数量的相关系数为0.828,在0.01水平上相关显著,与黄色粘板捕捉数量相关系数最高,为0.908,在0.01水平上相关显著。黄板粘虫的调查结果

比较直观,与目测、网捕相比受人为的影响较小,更能反应实际情况。

表 1 黑光灯诱集麦红吸浆虫数量与黄板诱集数量、网捕数量、目测数量之间的相关性分析

Table 1 The correlation analysis between the numbers of *Sitodiplosis mosellana* induced by light trap and yellow sticky trap, net trap, visual measurement

监测方法 Monitoring method	相关关系式(<i>Y</i> 表示灯诱数量) Correlative equation(<i>Y</i> means light trap number)	相关系数 <i>r</i> Correlation coefficient
黄板粘虫量 Yellow trap number	$Y = -60.889 + 64.158X$	0.908 **
网捕数量 Net trap number	$Y = -98.589 + 12.468X$	0.828 **
目测数量 Visual measurement number	$Y = -265.999 + 110.965X$	0.646 *

注: * 表示在 0.05 水平显著相关。* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
表示在 0.01 水平显著相关。 Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

2.2 监测周期内黑光灯诱集成虫数量的变化

黑光灯对麦红吸浆虫有强烈的诱集作用,2010 年 4 月 30 日至 5 月 19 日之间天气晴朗的晚上均有麦红吸浆虫成虫上灯。5 月 7 日晚是成虫上灯的第一个高峰日,该晚从 20:00—23:30 累计诱捕成虫数量高达 5 661 头(图 1)。5 月 13 日晚

是成虫上灯的第一个高峰日,累计诱集的数量仅次于 5 月 7 日晚,达到 1 943 头。灯诱数量较多的两天有一个共同点:其前一天即 5 月 6 日和 5 月 12 日均为阴雨天气。这些现象表明,麦红吸浆虫羽化期降雨有利于羽化出土。

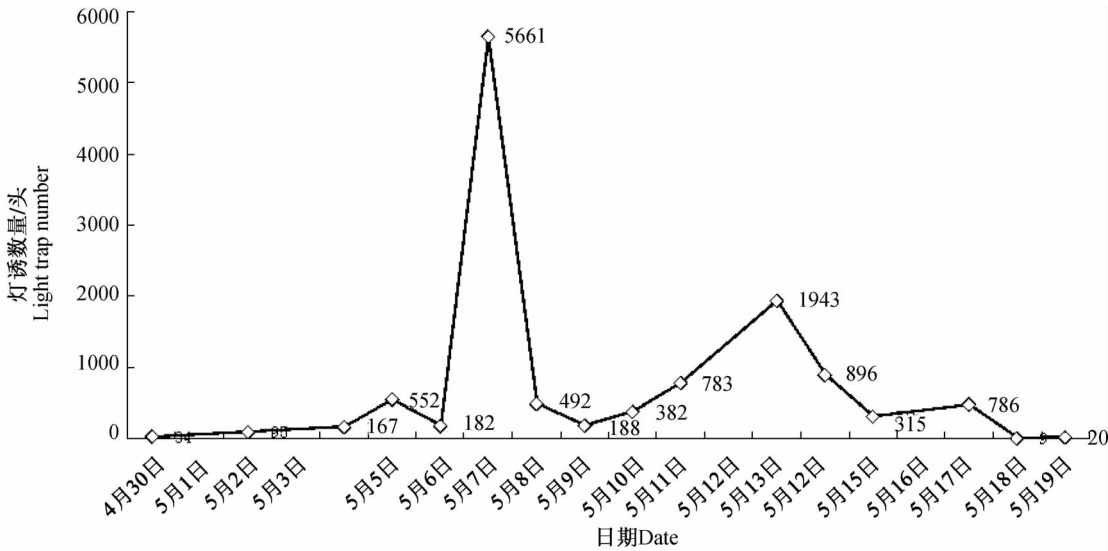


图 1 不同日期灯诱数量(2010. 4. 19—2010. 5. 30)
Fig. 1 The number of *Sitodiplosis mosellana* induced by light trap at different date(2010. 4. 19—2010. 5. 30)

2.3 每晚不同时间段灯诱数量

在监测周期内调查的 16 个晚上,不同时间段黑光灯诱集麦红吸浆虫成虫累计数量显示,21:00—21:30 时间段累计灯诱的麦红吸浆虫最多,达到 4 134 头。不同日期各时间段方差分析结果显示:21:00—21:30 时间段与其它各时间段差异性

极显著。20:00 以前、22:30—23:00、23:00—23:30 这 3 个时间段与其它时间段差异性极显著(表 2)。说明麦红吸浆虫成虫夜间灯诱活动高峰期是在 21:00—21:30 时间段,在 22:30—23:00、23:00—23:30 时间段活动较少。推测原因是 20:00 以前正处黄昏,麦红吸浆虫成虫对黑光灯灯光还