

螟蛉盘绒茧蜂的生活习性及其在生物防治中的应用*

陈华才

程家安**

(中国计量学院生命科学学院 杭州 310034) (浙江大学应用昆虫学研究所 杭州 310029)

Economics of *Cotesia ruficrus* and its application in biological control. CHEN Hua Cai¹, CHENG Jia An^{2**} (1. College of Life Sciences, Chinese Jiliang University, Hangzhou 310018, China; 2. Institute of Applied Entomology, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

Abstract *Cotesia ruficrus* is an important endoparasitoid of some Noctuidae and Pyralidae larvae which infest rice, wheat, maize, cotton etc. This paper reviews progress in the research the biological and ecological characteristics of this parasitoid and its application to pest biological control. *Cotesia ruficrus* has broader host range, shorter development period, longer adult longevity, larger population at field, and is easy to rear. It could be an effective insect pest population regulator and would play an important role in pest biological control by protection, introducing, artificially rearing and releasing.

Key words *Cotesia ruficrus*, biological and ecological characteristics, application

摘要 螟蛉盘绒茧蜂是夜蛾科和螟蛾科多种害虫幼虫期内寄生性天敌,寄主范围包括水稻、小麦、玉米、棉花等作物的多种重要害虫。该文综述了国内外在螟蛉盘绒茧蜂的生理生态学、化学生态学、人工繁殖和引种利用等方面的研究进展。螟蛉盘绒茧蜂寄主范围广,发育历期短,成虫寿命长,田间种群数量大,人工繁殖简便,通过合理保护利用、人工繁殖释放可以有效控制一些重要害虫,在生物防治中的具有良好应用前景。

关键词 螟蛉盘绒茧蜂,生活习性,应用

螟蛉盘绒茧蜂 *Cotesia ruficrus*(Haliday) 属膜翅目 Hymenoptera 茧蜂科 Braconidae 的盘绒茧蜂属 *Cotesia*, 是夜蛾科和螟蛾科多种害虫幼虫期的内寄生性天敌。国内主要分布于吉林、辽宁、山东、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、四川、台湾、福建、广东、广西、贵州、云南等地^[1]; 国外主要分布于印度^[2]、日本^[3]、埃及^[4]、澳大利亚、巴基斯坦^[5]、乌兹别克斯坦、土库曼斯坦、新西兰^[6,7]等国。寄主范围包括水稻、小麦、玉米、棉花等作物的多种重要害虫。本文就螟蛉盘绒茧蜂的形态特征、生物学特性、人工繁殖和利用等方面的国内外研究进展作一综述。

1 形态特征

成虫体长约 2.3 mm, 黑色, 腹部腹面黄褐

色, 足黄褐色; 后足基节(除末端)黑色, 后足腿节末端、胫节两端或仅末端、全部跗节或仅后足跗节、爪均为暗褐色。触角与体长之比雌蜂约 0.97, 雄峰约 1.36; 雌蜂触角端部 5 节呈短念珠状, 长宽比小于 1, 雄峰则呈长念珠状, 长宽比大于 1, 据此可辨别雌雄。茧白色或稍带黄色, 一般 10~20 个小茧平铺成一块, 偶尔不规则重叠, 茧块表面光滑。小茧圆筒形, 长 2.5~3.0 mm, 两端稍细, 顶钝圆, 质地较厚。羽化孔在茧的顶端, 规则 C 字形, 与重寄生蜂不规则圆形

* 国家自然科学基金(30070500)、高校博士点基金和浙江省自然科学基金(300065)项目。

** 通讯作者, E-mail: jacheng@zju.edu.cn

收稿日期: 2003-09-09, 修回日期: 2003-12-08

羽化孔区别明显。卵呈瓠瓜形,长 0.33 ~ 0.36 mm,宽 0.08 ~ 0.09 mm,有柄,柄长约 0.03 mm,卵表面有龟裂花纹。不同寄主幼虫体内发育的雌蜂所产卵大小有所差异,一般夜蛾科幼虫体内发育的成蜂所产卵比螟蛾科幼虫内的略大^[1,8]。

2 寄主范围

螟蛉盘绒茧蜂的寄主以夜蛾科幼虫为主,如粘虫 *Mythimna separata*、劳氏粘虫 *M. loreyi*、*M. cornecta*、棉铃虫 *Helicoverpa armigera*、斜纹夜蛾 *Spodoptera litura*、黄地老虎 *Agrotis segetum*、小地老虎 *Agrotis ipsilon*、裸纹夜蛾 *Chrysodeixis chalcites*、*C. argentifera*、*C. enosoma*、草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda*、*Thysanoplusia orichalcea*、粉纹夜蛾 *Trichoplusia ni*、禾灰翅夜蛾 *Spodoptera mauritia*、稻螟蛉 *Naranga aenescens*、稻苞虫 *Parnara guttata* 等。螟蛾科寄主有菜豆卷叶蛾 *Pseudoplusia includens*、稻禾条螟 *Chilo partellus*、二化螟 *C. suppressalis*、*C. auricilius*、三化螟 *Tryporyza incertulas*、稻纵卷叶螟 *Cnaphalacrosis medinalis* 等。寄主昆虫主要为害玉米、小麦、大麦、棉花、水稻、茭白、席草、高粱、番茄、花生、苜蓿、马铃薯、菜豆、向日葵、薄荷等多种作物和贮粮,因此该盘绒茧蜂的栖境和寄主范围比较广泛。

3 重寄生蜂

在田间螟蛉盘绒茧蜂幼虫至蛹期也会被多种重寄生蜂寄生,其重寄生蜂主要有绒茧金小蜂 *Trichomalopsis apantelectenus* (Crawford)、盘背菱室姬蜂 *Mesochorus discitergus* (Say)、中华横脊姬蜂 *Stictopisthus chinensis* (Uchida)、负泥虫沟姬蜂 *Bathythrix kuwanae* Viereck、广大腿小蜂 *Brachymeria lasus* (Walker)、粘虫广肩小蜂 *Eurytoma verticillata* (Fabricius)、螟蛉折唇姬蜂 *Lysibia* sp.、黑角脸姬蜂 *Nipponaetes haeussleri* (Uchida)、斜纹夜蛾刺姬蜂 *Diatora lissonota* (Viereck)、脊颈姬蜂 *Acrolyta* sp.、择捉光背姬蜂 *Aclastus etorofuensis* (Uchida)、化念分盾细蜂

Ceraphron sp.、温州分盾细蜂 *Ceraphron* sp.、菲岛分盾细蜂 *Ceraphron manilae* Ashmead、稻苞虫兔唇姬小蜂 *Dimmockia pamae* (Chu et Liao) 等。其中在我国绒茧金小蜂是优势种。该蜂为单寄生,茧内羽化,羽化孔在绒茧蜂茧端部,不规则圆形;年发生 6 代,重寄生率有时在 40% 以上^[1]。因此,如何降低螟蛉盘绒茧蜂田间重寄生率对充分发挥其控害能力十分重要。

4 生物学和生态学

螟蛉盘绒茧蜂以幼虫或预蛹在寄主体内越冬,也有的以蛹(茧)在田间越冬。茧在 5℃ 下保存 50 d 左右,对羽化率影响不大。发育历期与寄主幼虫种类也有一定关系(表 1)。自然条件下,成蜂寿命一般不超过 6 d,饲以蜜糖水或低温保存(5℃ 左右),成蜂的寿命可延长至 10 d 以上。未交配的雌蜂寿命一般比雄蜂长,但交配后的雌蜂产完卵后很快就死亡。雌雄蜂性比不稳定,并随寄主种类、季节、寄生状况而变化^[9]。

表 1 螟蛉盘绒茧蜂在不同寄主昆虫上的发育历期(d)

寄主昆虫(温度℃)	卵-幼虫期	蛹期	参考文献
稻螟蛉(25)	10.14	3.39	[8]
劳氏粘虫(25)	10.01	5.58	[10]
草地贪夜蛾(28)	13.2	3~6	[11]
菜小卷叶蛾(28)	13.2	4.6	[5]
高粱粘虫(28)	11.9	4.1	[12]

不同龄期的寄主幼虫都能被螟蛉盘绒茧蜂寄生,以 2 龄为最适龄期,5 龄以上很少被成功寄生。主要是寄生蜂产卵后不久,寄主幼虫很快化蛹,寄生蜂幼虫来不及在寄主幼虫体内完成发育^[12]。螟蛉盘绒茧蜂为聚寄生蜂,1 头寄主幼虫内能产卵多枚。雌蜂能根据寄主幼虫龄期和个体大小来调节产卵量,在龄期大、体重重的幼虫上产卵量多,在单位寄主幼虫上的产卵量和成茧数与产卵时寄主幼虫的龄期和体重呈显著正相关^[13]。寄生蜂幼虫历期与温度相关明显,与寄主种类也有一定的关系(表 1),但与寄主虫龄和体重相关不明显^[14]。

环境因子中对螟蛉盘绒茧蜂寄生率影响较

大的是温度和湿度。如对粘虫的寄生率与最高温度呈显著正相关,与最小湿度呈显著负相关,当温度高于 30℃时寄生蜂因寄主幼虫营养不良而死亡。相对湿度对寄生蜂幼虫的发育无显著的影响^[15]。高温、低湿、强降雨时,寄生率较低^[16]。

寄生蜂对寄主昆虫的寄生率与寄生表现率之间有一定的差异。寄主幼虫被寄生后,有部分幼虫在寄生蜂成茧之前死亡,使寄生表现率偏低。例如在室内,对稻螟蛉幼虫接蜂后经逐日解剖,平均寄生率为 84.54%,寄生死亡率则平均达到 50.63%,实际成茧寄生表现率只有 33.91%。对小麦田粘虫幼虫的解剖调查也发现,其寄生率高达 80%以上,可是田间却很难发现螟蛉盘绒茧蜂的茧块,其原因也是因为被寄生的幼虫发育到 3 龄末时,由于营养被吸收和消耗而大量死亡。因此,田间调查中仅以茧寄生率作为寄生率不太符合实际。调查田间的寄生率应该在寄主幼虫 3 龄高峰期进行解剖较为准确^[8]。

寄生蜂的老熟幼虫一般自寄主中胸及腹部第 4~6 节两侧钻出,钻出的幼虫休息 3~5 min 即开始结茧,完成结茧需时 40~60 min。环境湿度过大,不利于幼虫结茧。寄生蜂幼虫钻出后不久,寄主便死亡^[15,16]。寄生于不同寄主昆虫体内的寄生蜂出茧量和茧的大小有所差异。粘虫的平均茧数一般多于稻螟蛉的。寄生蜂羽化后,即行交配。同一茧块羽化的雄蜂对雌蜂的追逐能力较低,不同茧块羽化的蜂群雌雄交尾能力强。雌蜂可接受雄蜂重复交配。不同茧块羽化的雌雄蜂交配后的子代雌雄性比显著高于同一茧块羽化的雌雄蜂交配的子代性比。因此,在人工繁蜂时,将多个茧块放在一起羽化交配,可以提高后代性比,防止种性退化。雌蜂于交配当日或隔日产卵,一雌蜂可在同一寄主上重复产卵,产卵的位置多在寄主幼虫腹部第 4~9 节。在 2 龄末至 3 龄初寄主幼虫上产卵成功率最高,4 龄幼虫带卵率很低,5 龄幼虫未发现带卵^[8]。

寄主幼虫被螟蛉盘绒茧蜂寄生后,行动迟

滞,发育受阻,取食量显著下降,后期基本停食^[9]。寄生蜂幼虫的生长模型和生长速率与寄主幼虫龄期无关。相同龄期寄主幼虫被寄生后,产卵量多的寄主体重比产卵量少的增长快,寄主幼虫体重与体内寄生蜂数量之比几乎为常数。表明寄主幼虫的体重增长受其体内寄生蜂数量的调控。当体内寄生蜂较多时,为满足寄生蜂幼虫的生长发育,寄主幼虫前期可能会加大取食量^[13]。

5 化学生态学

信息化合物 (semiochemicals 或 infochemicals) 是指由生物个体产生、分泌并释放到体外,在同种个体间或种间产生生理或行为反应的化学活性物质。信息化合物在调节昆虫天敌行为中起着重要作用。研究表明,来自寄主植物(水稻)、寄主幼虫、寄主虫粪及寄主幼虫与水稻相互作用的挥发物在螟蛉盘绒茧蜂寄主行为中起着重要的导向作用,它能够根据挥发物区分有虫水稻与健康水稻,并显著的趋向有虫水稻。不同寄主害虫及其为害水稻的挥发物对该盘绒茧蜂的引诱能力存在显著的差异。在实验条件下,稻纵卷叶螟及其为害水稻的挥发物比二化螟幼虫及其为害水稻挥发物对螟蛉盘绒茧蜂具有更强的引诱力^[17]。利用固相微萃取-气质联用 (SPME-GC-MS) 技术,从被害水稻顶空捕集到了 30 多种挥发性化合物,行为分析发现,其中的柠檬烯、反-2-己烯醛和正十四烷等化合物对螟蛉盘绒茧蜂有显著的引诱效果^[18]。螟蛉盘绒茧蜂对不同植物品种的挥发物的行为反应存在差异,如抗虫高粱品种比感虫品种的挥发物对它的引诱效果更强^[19]。

Zaki 从小地老虎 *Agrotis ipsilon* 幼虫身上提取到了能够引诱螟蛉盘绒茧蜂成蜂的利它素 (kairomones)。在田间,使用利它素使螟蛉盘绒茧蜂对小地老虎幼虫的寄生率由 5.6% 提高到 19.5%。人工合成的小地老虎性信息素对螟蛉盘绒茧蜂雌成蜂表现出强烈的利它素效果。但不是所有的寄主幼虫利它素对螟蛉盘绒茧蜂都

表现出引诱效果。从粉纹夜蛾 *Trichoplusia ni* 和甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 幼虫身上提取的利它素对该盘绒茧蜂雌成蜂引诱效果要差得多^[20]。对挥发性信息化合物和利它素的化学成分和组成还需做进一步鉴定分析,并进行田间应用研究。

6 人工繁殖和引种利用

螟蛉盘绒茧蜂的寄主范围广泛,对夜蛾科和螟蛾科的多种害虫具有较高的寄生率。寄主害虫被寄生后生长发育受阻,取食量显著降低,不能化蛹;低龄幼虫被寄生后,死亡率较高,生物控制效果较好。在我国螟蛉盘绒茧蜂是稻螟蛉等水稻害虫的优势寄生蜂,对二化螟、稻纵卷叶螟等害虫也有较好的控制效果,因其茧块在水稻叶尖,十分明显,很早就引起人们的注意和重视。在国外,新西兰^[9]、美国^[5,11]、新西兰^[6]、澳大利亚^[21]等国先后从巴基斯坦、泰国等地引进螟蛉盘绒茧蜂,通过人工大量繁殖,野外释放来控制粘虫、草地贪夜蛾等,大大提高了这些害虫的自然寄生率,取得了理想防治效果。螟蛉盘绒茧蜂人工饲养简便易行,通过室内大量饲养粘虫、稻螟蛉等,在寄主幼虫4日龄时接入交配过的雌成蜂产卵,25℃下,10d左右即可得到大量的螟蛉盘绒茧蜂茧。人工饲养时,最佳接蜂虫龄为2龄幼虫,蜂:寄主=2:20,寄生时间>30min,最佳寄生温度25~27℃^[12]。螟蛉盘绒茧蜂茧在5℃下可保存30d以上,藉此可调节放蜂时间。

7 小结

国内外的研究与应用实践表明,螟蛉盘绒茧蜂寄主范围广,发育历期短,对多种作物害虫具有很好的控制作用。螟蛉盘绒茧蜂田间种群数量大,易于识别,人工繁殖简便,可以通过合理保护利用、人工大量繁殖释放和引种来控制某些重要害虫的危害。为了更好的发挥螟蛉盘绒茧蜂对害虫的生态控制作用,对其系统分类学、生态学以及人工大量繁殖和释放技术等方

面还需进一步研究。

参 考 文 献

- 何俊华,陈樟福,徐嘉生.浙江省水稻害虫天敌图册.杭州:浙江人民出版社,1979.
- Mundiwale S. K., Men U. B., Borle M. N. *Indian J. Entomol.*, 1984, **46**(2): 247~248.
- Tagawa J., Sato Y., Tanaka T. *Entomophaga*, 1982, **27**(4): 447~454.
- Awadallah K. T., Zaki F. N., Gesraha M. A. *J. Appl. Entomol.*, 1995, **119**(9): 625~626.
- McCutcheon G. S., Salley W. Z. Jr., Turnipseed S. G. *Environ. Entomol.*, 1983, **12**(4): 1055~1058.
- Hill M. G., Cameron P. J., Dugdale J. S., Allan D. J., Walker G. P. *New Zeal. Entomol.*, 1987, **10**: 44~50.
- Hill M. G. *J. Appl. Ecol.*, 1988, **25**(1): 197~208.
- 张兆清.昆虫天敌,1986,8(2):84~89.
- Naganagoud A., Kulkarni K. A. *Karnataka J. Agri. Sci.*, 1999, **12**(14): 69~73.
- Ikincioy Y., Kornosor S., Sertkaya E. In: *Turkiye III. Biyologik Mucadele Kongresi Bildirileri*, 1994, 555~564.
- Rajapakse R. H. S., Ashley T. R., Waddill V. H. *Florida Entomol.*, 1985, **68**(4): 653~657.
- Naganagoud A., Kulkarni K. A. *J. Biol. Contr.*, 1998, **12**(1): 43~45.
- Sato Y., Tagawa J., Hidaka T. *Insect Physiol.*, 1986, **32**(4): 281~286.
- Hill M. G. *New Zeal. J. Agri. Res.*, 1986, **29**(2): 281~287.
- Naganagoud A., Kulkarni K. A. *Karnataka J. Agri. Sci.*, 2000, **13**(1): 55~59.
- Patel V. B., Patel J. R. *Indian J. Entomol.*, 1991, **53**(3): 523~525.
- 陈华才,娄永根,程家安.浙江大学学报(农业与生物技术版),2003,29(1):18~23.
- 陈华才.挥发物在调节水稻-二化螟-稻纵卷叶螟-二化螟绒茧蜂-螟蛉盘绒茧蜂相互关系中的作用.浙江大学博士学位论文,2002.
- Nwanze K. F., Nwilele F. E. *Insect Sci. Appl.*, 1998, **18**(3): 261~266.
- Zaki F. N. *J. Appl. Entomol.*, 1996, **120**(9): 555~557.
- Michael P. J., Woods W., Lawrence P. J., Fisher W., Bailey P., Swincer D. In: Bailey P., Swincer D. (eds.), *Proc. of the Fourth Austral. Appl. Entomol. Res. Confer.*, Adelaide, Australia, South Austral. Govern. Print. 1984. 294~303.