研究论文

小猿叶甲成虫越冬和越夏:滞育和休眠同时存在*

王小平 周兴苗 朱 芬 雷朝亮**

(华中农业大学植物科学技术学院 武汉 430070)

Over-wintering and over-summering of adults of the brassica leaf beetle *Phaedon brassicae*: concurrence of diapause and quiescence. WANG Xiao-Ping, ZHOU Xing-Miao, ZHU Fen, LEI Chao-Liang** (*College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University*, Wuhan 430070, China)

Abstract The brassica leaf beetle *Phaedon brassicae* Baly (Coleoptera: Chrysomelidae), one of the serious pests infesting cruciferous vegetables, shows a complex life history. The over-wintering and over-summering stages, and the physiological states of adults were investigated in this species in Wuhan during 2005 to 2006. The field investigations showed that adults were able to over-summer and over-winter successfully, but few eggs, larvae and pupae could also survive in winter in Wuhan. Percentages of diapaused adults ranged from 70.5% to 97.1% during summer. Proportions of diapaused adults showed an increasing trend during winter, and ranged from 24.8% to 48.2%. Most of adults over-wintered in the stage of quiescence.

Key words *Phaedon brassicae*, adult, over-wintering, over-summering, diapause, quiescence

摘 要 小猿叶甲 *Phaedon brassicae* Baly 是十字花科蔬菜上的一种重要害虫,具有复杂的生活史。2005~2006 年在武汉地区对小猿叶甲越冬和越夏虫态及成虫生理状态的调查结果表明,小猿叶甲只以成虫越夏,主要以成虫越冬,但也有少量卵、幼虫和蛹越冬。越夏期间,滞育成虫占 70.5%~97.1%。越冬期间,滞育成虫的比率占 24.8%~48.2%,随越冬进程,滞育比率上升,但大部分个体处于休眠状态。

关键词 小猿叶甲,成虫,越冬,越夏,滞育,休眠

小猿叶甲 *Phaedon brassicae* Baly,属鞘翅目 Coleoptera 叶甲科 Chrysomelidae;分布于朝鲜、日本、中国和南达越南、印度与亚洲广大地区[1,2]。小猿叶甲以成虫和幼虫取食,主要危害十字花科蔬菜,如大白菜(*Brassica pekinensis*)、小白菜(*B. chinensis*)、萝卜(*Raphanus sativus*)和芥菜(*B. juncea*)[2,3]。20 世纪 30~40 年代,小猿叶甲在我国常暴发成灾,长江以南菜区,20 世纪 60 年代以前密度较大[1]。解放后,随着化学防治技术的推广,在很长一段时期内该虫种群得到有效控制。20 世纪的 90 年代初开始,该虫种群密度不断上升,为害加重,给十字花科蔬菜的生产带来威胁[3~5]。关于小猿叶甲的已有研究主要集中于生物学和生活史的调查[6],以及防治技术的发展等方面[4,7~10]。

在长江流域,小猿叶甲年发生 3 代左右:春季 1 代,秋季 2 代;因而,形成了 2 个田间危害的高峰,一个在 5 月份,另一个从 9 月到 11 月份[6]。过去认为,小猿叶甲在夏季高温来临时以成虫夏眠,夏眠期从 5 月中旬至 8 月下旬;从 12 月下旬至次年的 2 月下旬以成虫越冬。越冬和越夏的场所通常为小石块、小土块和枯叶

* 中国博士后科学基金(20060390864)。

** 通讯作者, E-mail: ioir@mail.hzau.edu.cn

收稿日期:2006-11-13,修回日期:2006-12-29

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

下面,或是土缝中,或是在菜根基部的土壤表面[6,11]。然而,近年来的田间调查表明,小猿叶甲卵、幼虫也可以越冬[12],甚至观察到了少量成虫在冬季取食和产卵的现象[13];在管理粗放的十字花科蔬菜田块,夏季也调查到小猿叶甲的零星为害[14]。

从这些报道可以发现,小猿叶甲的生活史非常复杂,特别是关于其越冬和越夏成虫的生理状态,过去推测是以成虫"夏眠"和"冬眠"[6],这一推测被作为研究结果而长期引用[11];因此,有必要进一步对小猿叶甲越冬和越夏成虫的生理状态进行研究,以阐明其季节性适应机制,为科学防治该虫提供指导。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

供试小猿叶甲成虫均采自湖北省武汉市狮子山附近十字花科菜地(114°19′E, 30°33′N)。

1.2 试验方法

越冬调查:选取3个代表性大白菜和小白菜田块,秋季不施用任何杀虫剂,保证越冬虫源数量。于2005年12月21日至2006年3月27日间分别从不同田块的菜株基部土缝中采集小猿叶甲成虫,每20 d左右采集1次(100头左右),共采集5次;同时观察田间其它虫态的发生情况。每次采集的成虫分为2组,一组当日解剖,另一组在25°C和LD12∶12条件下用小白菜饲养7 d后解剖。

越夏调查:在5月份选取3个管理粗放的十字花科蔬菜田块,不施药、不清园、不翻耕。于2006年6月1日至8月20日间,分别从不同田块的石块下、土缝中和小白菜残株下,以及菜田周边杂草中,采集小猿叶甲成虫,每20 d左右采集1次(100头左右),共采集5次;同时观察田间其它虫态的发生情况。解剖处理同越冬调查。

1.3 成虫生理状态判别

采用水盘法解剖,观察成虫内生殖系统发育情况及成虫脂肪体数量。

观察指标为鞘翅硬化程度,成虫脂肪体数量,雄虫附腺、射精管发育情况,雌虫卵巢发育程度,是否具卵黄原沉积或成熟卵粒。并根据上述指标,将成虫分为3种类型:

Ⅰ型:鞘翅完全硬化、体内脂肪体数量大,雄虫附腺、射精管未发育,雌虫卵巢没有明显分化,不具卵黄原沉积或成熟卵粒;为滞育型个体。Ⅱ型:鞘翅完全硬化、体内脂肪体数量较少,雄虫附腺发达、射精管明显膨大,雌虫卵巢开始分化,具有卵黄原沉积或成熟卵粒;为休眠或繁殖个体。Ⅲ型:鞘翅未完全硬化、脂肪体较少,雄虫附腺、射精管未发育,雌虫卵巢没有明显分化,不具卵黄原沉积或成熟卵粒;为初羽化成虫,生理状态待定。

1.4 数据处理

利用SPSS软件(SPSS Inc., USA),对采集当日Ⅰ型成虫和Ⅱ型成虫所占比率分别做方差分析(ANOVA),平均数进行Duncan's测验,显著水平 $P=0.05$;对采集当日和饲养7 d后Ⅰ型成虫所占比率分别进行 t 测验,显著水平 $P=0.05$;百分数在分析前进行反正弦平方根($\sin^{-1}\sqrt{\ }$)转换。

2 结果与分析

2.1 越冬和越夏虫态

在越冬调查过程中,小猿叶甲不同虫态在田间均被发现。卵主要分布于株形较大的大白菜和芥菜上;蛹分布于植株内层叶片间;不同龄期的幼虫也主要在植株内层取食,在植株外层叶片和株形较小的小白菜上没有发现幼虫。在天气晴朗、气温稍高时,中午和下午常可在向阳、背风的菜地中观察到成虫取食与产卵。在越夏过程中,由于田间十字花科蔬菜均已收获,仅调查到成虫,未发现幼虫和卵。

2.2 越冬成虫生理状态

从田间采集小猿叶甲越冬成虫,当天解剖内生殖系统发现,越冬成虫包括Ⅰ型、Ⅱ型和Ⅲ型三类(图1)。Ⅰ型成虫内生殖系统未发育、且脂肪体数量较大,在越冬期间占24.8%~48.2%,以3月27日调查所占比率为最高(图1,2)。Ⅱ型成虫脂肪体少、生殖系统处于发育

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

状态，雌虫卵巢具卵黄原沉积，雄虫附腺发达，在越冬期间占 36.0% ~48.1%之间(图 1)。III 型成虫的内生殖系统未发育、鞘翅也未完全硬化、脂肪体较少，所占比率随越冬进程呈下降趋势，以次年 3 月 27 日调查比率为最低(5.3%)(图 1)。

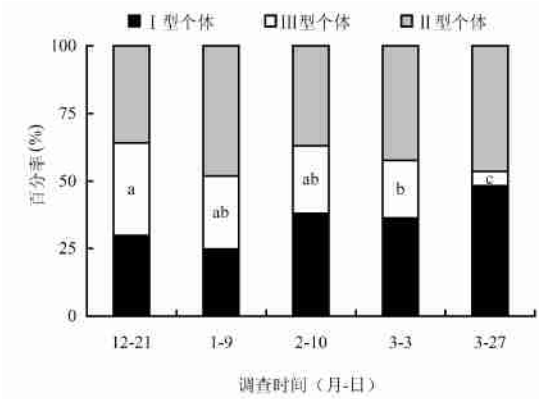

图 1 小猿叶甲越冬成虫的生理状态

图中相同字母表示采集当天鉴别 III型个体比率差异不显著(Duncan's 测验，$P > 0.05$)。后同

越冬成虫采集后在 25°C 和 LD12∶12 下饲养 7 d，解剖发现仅有Ⅰ型和Ⅱ型成虫，没有 III型个体。对采集当日和饲养 7 d 后Ⅰ型成虫所占比率进行比较发现：12 月 21 日、1 月 9 日和 2 月 10 日采集成虫饲养 7 d 后Ⅰ型比率上升，其中前 2 次达显著水平；3 月 3 日和 3 月 27 日采集成虫饲养 7 d 后Ⅰ型成虫比率降低，但不显著(图 2)。

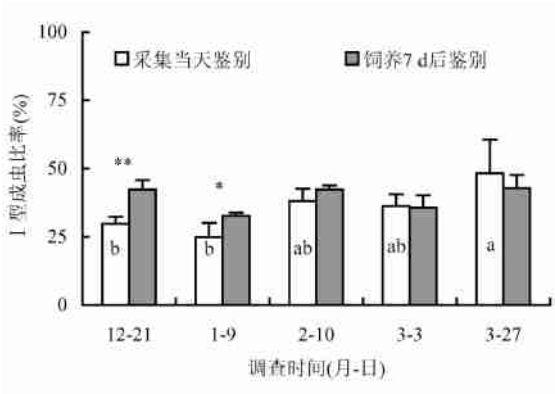

图 2 小猿叶甲越冬成虫的Ⅰ型个体百分率

2.3 越夏成虫生理状态

2006 年 6 月 1 日至 8 月 20 日间从田间采集小猿叶甲越夏成虫，采集当天解剖内生殖系统发现，越夏成虫主要是Ⅰ型个体，比率非常大(70.5% ~ 97.1%)(图 3)，Ⅱ型占 2.9% ~ 26.2%，仅在 6 月 1 日调查中发现极少的 III型个体(3.3%)。Ⅰ型成虫比率随越夏进程呈上升趋势，7 月 30 日Ⅰ型成虫所占比率(97.1%)最大。

越夏成虫采集后在 25°C 和 LD12∶12 下饲养 7 d，解剖结果显示，Ⅰ型成虫所占比率均有所下降，但仅 7 月 30 日和 8 月 20 日差异显著(图 3)。

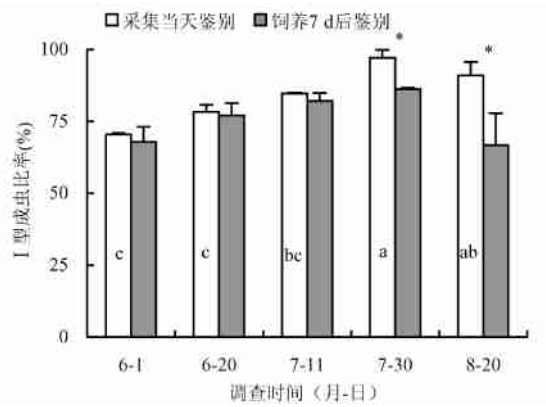

图3 小猿叶甲越夏成虫的Ⅰ型个体百分率

3 讨论

3.1 小猿叶甲越冬和越夏虫态

在 2005 年至 2006 年的试验中，对小猿叶甲田间越冬和越夏的调查表明，该虫以成虫越夏，但田间没有发现其它虫态，这可能与田间无寄主植物有关[6]。在越冬调查中，不同虫态均被发现，并且观察到成虫取食与产卵，这与前人的研究结果是一致的[12,13]。本研究的调查结果也显示，卵、幼虫和蛹不能在冬季暴露条件下存活，而只能存活于株形较大的十字花科蔬菜内部，可能与株形较大的寄主内层温度较高有关，这种高大的植株为小猿叶甲非成虫阶段提供了越冬的“避护所”。同时，冬季气温较高也是成虫取食与产卵、非成虫阶段在冬季存活的重要

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.n

因素。

3.2　小猿叶甲越冬和越夏生理状态

小猿叶甲成虫内生殖系统未发育、且脂肪体数量较大(Ⅰ型个体),表明成虫处于滞育(diapause)状态;而内生殖系统发育、且脂肪体数量少(Ⅱ型个体),则是一种非滞育状态,这种情况在很多成虫滞育的昆虫中已有报道[15]。

在小猿叶甲越夏成虫中,大部分个体为Ⅰ型个体,处于滞育状态;而少数个体为Ⅱ型个体,但由于食料缺乏和高温的影响,并不能繁殖,而是处于休眠状态(quiescence)。越夏成虫在7月30日前滞育比率逐渐上升,可能是一些前期存活的休眠个体不能长时间忍耐夏季的高温所致;而后期滞育比率降低,则可能与少量滞育越夏个体随越夏进程滞育解除有关。越夏后期,饲养7 d后鉴别的越夏成虫滞育比率均显著低于采集当天的鉴别结果,也能进一步说明越夏后期部分个体滞育已解除。

调查结果表明,在小猿叶甲越冬过程中,一部分为Ⅰ型个体,以滞育越冬,而大部分为Ⅱ型和Ⅱ型个体,处于非滞育状态,可能是低温直接作用,处于休眠状态,这可能也是冬季在田间观察到成虫取食与产卵的原因[12,13]。12月21日滞育比率略高于1月9日的调查结果,可能与这期间一部分蛹新羽化出成虫有关,因为这期间采集到较多的鞘翅未完全硬化的新羽化成虫(Ⅱ型)。在越冬的初期,采集当天鉴别的滞育比率显著低于饲养7 d后鉴别结果,可能是与已感受滞育诱导条件的新羽化成虫(Ⅱ型)取食积累营养后进入滞育状态有关;而在越冬后期,新羽化成虫(Ⅱ型)比率降低,部分个体会解除滞育,从而使饲养后鉴别时滞育比率降低。

本研究的调查结果表明,小猿叶甲在武汉地区主要以滞育成虫越夏,有少量个体可能处于休眠状态;而越冬过程中,一部分个体以滞育越冬,另一部分个体是处于休眠状态。这一结果证实了前人的推测[6],明确了"夏眠"和"冬眠"成虫包括滞育和休眠个体,为进一步阐明该虫复杂的季节性适应的内在机制提供了基础。

参　考　文　献

1　章士美,赵泳祥.中国农林昆虫地理分布.北京:中国农业出版社,1996.168.

2　葛斯琴,王书永,杨星科.动物分类学报,2002,**27**(2):316~325.

3　李伟丰,古德就,陈亦根,陈志平.华南农业大学学报,2000,**21**(1):38~40.

4　徐云菲,江冬青.长江蔬菜,2001,(6):23.

5　林文彩,章金明,郭世俭,贝亚维,吕要斌.浙江农业学报,2005,**17**(3):127~129.

6　周明　,林郁.新农季刊,1943,**3**(1,2):50~61.

7　Matsuda K. *Appl. Entomol. Zool.*, 1978, **13**(3):228~230.

8　潘克鑫,陆小军,刘南欣,刘秀玲,李剑秋.昆虫天敌,1999,**21**(2):93~95.

9　Matsumoto E., Fujimoto S. *Bull. Kagawa Prefeture Agricul. Exper. Station*, 2003, **56**: 51~56

10　何余容,吕利华,邝灼彬,刘学明,曾惠明.昆虫知识,2004,**41**(5):442~445.

11　沈阳农学院主编.蔬菜昆虫学.北京:农业出版社,1980.196~198.

12　徐云菲,徐寿万.长江蔬菜,1996,(4):15~16.

13　徐云菲,徐寿万.上海蔬菜,2000,(3):44.

14　徐云菲,徐寿万.浙江农业科学,1994,(6):262~264.

15　Tauber M. J., Tauber C. A., Masaki S. Seasonal Adaptations Prefeture of Insect. Oxford University Press, New York and Oxford 1986. 91~106.

欢迎订阅　国内邮发代号 64—45

《蜜蜂杂志》

蜜蜂世界　信息窗口
养蜂助手　蜂场良友

电话:0871-5737836　传真:5737214
地址:昆明市北辰小区68幢D座《蜜蜂杂志》社
邮编:650224　E-mail:beemfzz@yahoo.com.cn

《蜜蜂杂志》1981年创刊,月刊,是国内外公开发行的最受读者欢迎的期刊之一。主要栏目有实验研究报告、蜜蜂饲养管理、蜂产品开发与利用、蜜蜂医疗、蜜源与授粉、病敌害防治、蜜蜂育种、中华蜜蜂、蜜蜂机具、蜂业与法制、论坛与争鸣、养蜂人生等。

本刊是养蜂专业户、业余养蜂爱好者、蜂疗爱好者和蜂产品消费者以及蜂业企业家、管理人员、科技人员全面了解我国蜂业动态和信息不可缺少的信息源。

●《蜜蜂杂志》(月刊)每期4.50元,全年54元●

欢迎订阅!欢迎投稿!欢迎刊登广告!

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.n