

株蚜虫为害比较集中,同时可见大量蚂蚁(20~40头/株)活动,蚂蚁不停地在植株上搜索、驱赶天敌。观察表明,当异色瓢虫、龟纹瓢虫成虫飞落到大豆植株上,随即见到几头或十几头蚂蚁围攻、撕咬,致使瓢虫无法取食而飞离植株。如果少部分留下,也只能在植株下部外围叶片取食少量的蚜虫。当人工将1~3龄异色瓢虫幼虫接入植株有蚜虫的部位,一般幼虫只能坚持几秒或几分钟,就被蚂蚁咬死、咬伤或驱赶滚落,与侯有明(1992)蚂蚁对同翅目昆虫的捕食性和寄生性天敌的影响研究结果是相似的。因此,天敌对窝子蜜前期控制作用较小,也是窝子蜜形成的重要原因。7月初随着田间蚜株率增加,蚂蚁逐渐分散,单株蚂蚁减少,瓢虫等天敌捕食机会增加,作用越来越明显。因此,天敌在窝子蜜后期作用明显,蚜虫逐渐下降,而得到控制。

参考文献 (References)

- Claire ER, Robert JO, Tyler BF, Douglas AL, 2004. Soybean aphid predators and their use in integrated pest management. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97(2): 240—248.
- Costamagna AC, Landis DA, 2006. Predators exert top-down control of soybean aphid across a gradient of agricultural management systems. *Ecol. Appl.*, 16:1619—1628.
- 戴长春, 2005. 大豆蚜(*Aphis glycines* Matsumura)种群动态及天敌控制作用研究. 硕士学位论文. 哈尔滨:东北农业大学.
- Fox TB, Landis DA, 2003. Impact of habitat management on generalist predators of the soybean aphid, *Aphis glycines* Matsumura//International Symposium on Biological Control of Arthropods. Unites States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Health Enterprise Team, Morgantown, WV, Honolulu, HI. 250—255.
- Fox TB, Landis DA, Cardoso FF, Difonzo CD, 2004. Predators suppress *Aphis glycines* Matsumura population growth in soybean. *Environ. Entomol.*, 33:608—618.
- Fox TB, Landis DA, Cardoso FF, DiFonzo CD, 2005. Impact of predation on establishment of the soybean aphid, *Aphis glycines* in soybean, *Glycine max*. *BioControl*, 50:545—563.
- 韩新才, 1997. 大豆蚜虫及其天敌田间消长规律. 湖北农业科学, (2):22—24.
- 何富刚, 颜范悦, 辛万民, 李小平, 王艳琴, 张广学, 1991. 大豆蚜防治适期与防治指标研究. 植物保护学报, 18(2): 155—159.
- 侯有明, 1992. 蚂蚁在同翅目害虫综合治理中的应用前景. 昆虫知识, (5):311—313.
- 刘健, 赵奎军, 2007. 大豆蚜的生物学防治技术. 昆虫知识, 44(2):179—185.
- Liu J, Wu KM, Keith RH, Zhao KJ, 2004. Population dynamics of *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies in soybean in northern China. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97(2):235—239.
- 刘兴龙, 李新民, 刘春来, 王克勤, 王爽, 刘宇, 2009. 大豆蚜研究进展. 中国农学通报, 25(14):224—228.
- 苗进, 2005. 华北地区大豆蚜(*Aphis glycines*)的种群动态和主要天敌控制能力的研究. 硕士学位论文. 保定:河北农业大学.
- 苗进, 吴孔明, 李国勋, 2005. 大豆蚜的研究进展. 大豆科学, 24(2):136—138.
- Rutledge CE, O'Neil RJ, Fox TB, Landis DA, 2004. Soybean aphid predators and their use in integrated pest management. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97:240—248.
- 孙赫, 李学军, 2010. 大豆蚜虫主要天敌控害作用研究进展. 辽宁农业科学, (1):43—36.
- Van den Berg H, Ankasah D, Muhammad A, Rusli R, Widayanto HA, Wirasto HB, Yully I, 1997. Evaluating the role of predation in population fluctuations of the soybean aphid *Aphis glycines* in farmers' fields in Indonesia. *J. Appl. Ecol.*, 34:971—984.
- 王春荣, 邓秀成, 殷立娟, 宋玉华, 张冬英, 沈海波, 2005. 2004年黑龙江省大豆蚜虫暴发因素分析. 大豆通报, (3):19—20.
- 王志华, 2005. 2004年大豆蚜虫大发生原因分析及防治建议. 大豆通报, (2):9.
- Wu Z, Schenk-Hamlin D, Zhan W, Ragsdale DW, Heimpel GE, 2004. The soybean aphid in China: a historical review. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97:209—218.
- 张克斌, 李新成, 1983. 蚂蚁在棉蚜种群数量消长中的作用. 陕西农业科学, (6):34—36.

东北大豆生态区捕食性食蚜蝇种类及其对大豆蚜的控害效应分析*

兰 鑫 罗 辑 成新跃**

(北京师范大学生命科学学院 北京 100875)

摘 要 食蚜蝇是蚜虫的主要天敌之一。通过对东北大豆生态区捕食性食蚜蝇的种类和种群数量调查,共发现 9 属 15 种捕食性食蚜蝇,其中,黑带食蚜蝇 *Episyrphus balteatus* (De Geer)、大灰食蚜蝇 *Eupeodes corollae* (Fabricius)、印度细腹食蚜蝇 *Sphaerophoria indiana* (Bigot) 和宽尾细腹食蚜蝇 *Sphaerophoria rueppelli* (Wiedemann) 为田间常见种;黑带食蚜蝇是大豆整个生长过程中的主要优势种,大灰食蚜蝇是大豆生长前期的优势种,细腹食蚜蝇是大豆生长中后期的优势种群;食蚜蝇幼虫发生高峰期与大豆蚜发生高峰期基本吻合。通过捕食量测定,发现黑带食蚜蝇平均每头幼虫对大豆蚜的理论最大捕食量为 984 头;在田间益害比为 1:150 时,控害效果达到最大,近 60%;而在 1:250 时单头控制蚜量最多,为 102 头,且控害效果可达到 40% 以上。以上研究结果表明,食蚜蝇对大豆蚜具有较强的捕食能力,具有很大的生防应用潜能。本文还提出了关于食蚜蝇田间保护的可行性措施。

关键词 食蚜蝇, 种群动态, 捕食效率, 控害效应, 田间保护

Control of soybean aphids by predatory syrphids in northeast China

LAN Xin LUO Ji CHENG Xin-Yue**

(College of Life Sciences, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract Predatory syrphids are important natural enemies of aphids. Field investigations showed that fifteen aphidophagous syrphids belonging to nine genera occur in soybean fields in northeastern China. Among these, *Episyrphus balteatus* (De Geer), *Eupeodes corollae* (Fabricius), *Sphaerophoria indiana* (Bigot) and *Sphaerophoria rueppelli* (Wiedemann) were common species with different population dynamics in the field. *E. balteatus* was dominant during the period of soybean growth, *E. corollae* was dominant in the early period and *Sphaerophoria* was dominant in the mid and late period. The population dynamics of syrphid larvae was coincident with that of aphids. Testing the prey consumption of different instars of syrphid larvae at different prey densities indicates that the theoretical predatory capacity of *E. balteatus* was, on average, 984 aphids per larva. Assessment of the effects of syrphid predation on aphids in field showed that their control efficiency could reach 60% at a predator to prey ratio of 1/150. Efficiency fell to 40% at a ratio of 1/250 but aphid consumption reached a peak of 102 aphids per syrphid larva. Our results indicate that aphidophagous syrphids have great potential as a biological control for soybean aphids.

Key words syrphidae, population dynamics, predatory efficiency, biocontrol, conservation

食蚜蝇是双翅目中一个较大的类群,其中约 1/3 种类的幼虫是捕食性的,主要捕食蚜虫,部分种类还捕食木虱、飞虱、粉虱、蚱壳虫等其它同翅目昆虫,以及缨翅目、脉翅目、鳞翅目及膜翅目等其它目的个别种类,它们是这些害虫的重要天敌。食蚜蝇对蚜虫的捕食能力强,据报道,大灰后食蚜

蝇 *Metasyrphus corollae* (Fabricius) 和黑带食蚜蝇 *Episyrphus balteatus* (De Geer) 整个幼虫期捕食棉蚜 840 ~ 1 500 头,四条小食蚜蝇 *Paragus quadrfaciatus* (Meigen) 及短刺刺腿食蚜蝇 *Ischiodon scutellaris* Fabricius 幼虫一生捕食棉蚜 350 ~ 720 头(李兆华和李亚哲,1990),可见它们的

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(201103022、200803002)。

**通讯作者, E-mail:chengxy@bnu.edu.cn

收稿日期:2011-09-28,接受日期:2011-10-10

捕食量相当大。若单从幼虫考虑,食蚜蝇对蚜虫的捕食作用并不亚于瓢虫的幼虫及花蝽的若虫。而且,在自然界中,食蚜蝇的数量和种类也很丰富,李兆华和李亚哲(1990)报道,我国甘肃麦田中,食蚜蝇占整个捕食性天敌总数的 70.2%。Tamaki (1967) 报道,在美国华盛顿地区的桃树上,控制秋季桃蚜的唯一天敌是几种食蚜蝇的幼虫。Sundby (1966) 研究认为,在挪威地区,食蚜蝇是控制该地区蚜虫最有希望的种类。可见,食蚜蝇对蚜虫种群数量的消长起着极其重要的作用。

大豆蚜是大豆苗期的主要害虫之一,危害严重。在大发生的年份,发生面积可以达到播种面积的 80% ~ 90%。中等发生年份田块减产 20% ~ 30%,严重时减产 50% 以上(王素云等, 1996; 王春荣等, 1998)。捕食性食蚜蝇是大豆蚜的重要天敌(韩新才, 1997, 薛宝东等, 2000)。关于食蚜蝇对大豆蚜的控制作用,到目前为止,尚未完全清楚。本研究对我国主要大豆产区——东北地区的捕食性食蚜蝇进行了初步调查,对大豆生态系统中的捕食性食蚜蝇种类、种群发生动态进行了田间调查,并对优势种黑带食蚜蝇的捕食量以及田间的控制效应进行了测定。研究结果可为制订食蚜蝇的保护和利用措施提供了理论依据。

1 材料与方法

1.1 种类和种群数量调查

2008—2010 年,在大豆生长季节,对辽宁和黑龙江两省 7 个地区大豆田及周边环境的食蚜蝇成虫进行人工网捕和马氏网定点诱捕采集,回实验室进行种类鉴定。田间定点调查试验田分别位于辽宁省岫岩县、建平县、井泉村,黑龙江省哈尔滨市、齐齐哈尔市、牡丹江市、佳木斯市。种群数量调查采用人工田间调查和马氏网监测相结合的方法。人工田间调查在辽宁省岫岩满族自治县农业技术中心实验田进行。在大豆生长季节,从大豆苗期开始,至大豆成熟期结束,5 d 调查 1 次,采用五点取样法,每个样点调查相邻的 6 株大豆植株,记录植株上的大豆蚜和捕食性食蚜蝇幼虫的种类和数量。马氏网诱捕在其它几个点进行,为每周收集 1 次虫子,回实验室进行种类鉴定和数量统计。

1.2 发育历期观察和捕食量测定

野外采集已交配的黑带食蚜蝇成虫带回实验室进行室内饲养。养虫笼(80 cm × 80 cm × 80 cm)内放置带有蚜虫的大豆植株,并放置瓶插鲜花、蜂蜜、蜂花粉和浸足 5% 蔗糖液的海绵,供成虫食用。待其产卵后,收集有卵块的叶片,放在培养皿中(90 mm × 18 mm),水浸棉球保湿。幼虫孵化后,每天采集新鲜的有大豆蚜的叶片进行饲养,直至化蛹和羽化。记录每个虫态和龄期的发育时间,及室内温湿度。

捕食量测定:幼虫单头饲养,每天放置新采集的 3 龄左右的大豆蚜进行实验。实验设计 6 个不同密度处理,在 1 龄幼虫皿中分别放入 20、40、60、80、100、120 头大豆蚜;在 2 龄 3 龄幼虫的皿中分别放入 40、60、80、100、120、140 头大豆蚜。每处理重复 6 次。每天定时记录蚜虫的捕食量及食蚜蝇幼虫发育进度,然后补充大豆蚜至设定数量。设对照组 3 个,放置新鲜大豆叶片和 100 头大豆蚜,24 h 后统计对照每日蚜虫增长数。

实验数据用 Holling (1959) 圆盘方程 $Na = aNT/(1 + ThaN)$ 进行拟合。其中,

Na = 试验前蚜量 × (1 + 蚜变系数)/2 - 试验后蚜量,

蚜变系数 = 空白对照组最后蚜量/空白对照组原有蚜量。

根据这个拟合方程,即可得到食蚜蝇幼虫的最大捕食量。

1.3 田间控害效应实验

田间单株罩笼,于大豆蚜发生盛期,去除笼内所有天敌,取按 1:100、1:150、1:200、1:250、1:300 的益害比植入黑带食蚜蝇 3 龄左右的幼虫,72 h 后统计蚜量变化情况。每处理设有 3 个重复,另设 3 个纱笼不接入食蚜蝇幼虫作为对照,任其自然繁殖。

利用如下公式计算(杨奉才和李宗梧, 1989):

天敌控制效果(%) = $[1 - \text{处理笼最后蚜量} / (\text{处理笼原有蚜量} \times \text{蚜变系数})] \times 100$,

单头天敌控蚜量 = 处理笼原有蚜量 × 天敌控制效果/处理笼天敌头数。

1.4 数据统计分析

应用统计分析软件 SPSS 19.0 中的 Spearman 非参数相关检验及 Pearson 相关检验方法进行数

据相关性检验。

2 结果与分析

2.1 东北地区捕食性食蚜蝇种类及大豆田优势种类调查

通过对文献的收集,标本的收集、整理和鉴定,我国东北地区有记载的食蚜蝇共有 48 属 111 种,其中,捕食性种类为 27 属 63 种,占总数的 56.8%,占我国已记载的捕食性食蚜蝇的 23.9%。在东北地区大豆产区,共采集到捕食性的食蚜蝇有 9 属 15 种,它们分别是:方斑墨蚜蝇 *Melanostoma mellinum* (L.), 刻点小蚜蝇 *Paragus tibialis* (Fallén, 1817), 短舌小蚜蝇 *Paragus compeditus* (Wiedemann), 四条小蚜蝇, 狭带贝食蚜蝇 *Betasyrphus serarius* (Wiedemann), 黑带食蚜蝇, 大灰食蚜蝇 *Eupeodes corollae* (Fabricius), 宽条优食蚜蝇 *Eupeodes latifasciatus* (Macquart), 新月斑优食蚜蝇 *Eupeodes luniger* (Meigen), 凹带后食蚜蝇 *Eupeodes nitens* (Zetterstedt), 印度细腹食蚜蝇 *Sphaerophoria indiana* (Bigot), 宽尾细腹食蚜蝇 *Sphaerophoria rueppelli* (Wiedemann), 黑足食蚜蝇 *Syrphus vitripennis* (Meigen), 多色斜额蚜蝇 *Pipizella varipes* (Meigen) 和丽纹长角蚜蝇 *Chrysotoxum elegans* (Loew)。其中,黑带食蚜蝇、大灰食蚜蝇、印度细腹食蚜蝇和宽尾细腹食蚜蝇是田间常见种。

2.2 食蚜蝇田间种群发生动态

田间马氏网监测结果表明,食蚜蝇在我国东北地区整个大豆生长季节都有发生。越冬代成虫最早于 5 月末开始出现,6 月份种群数量开始增加,于 6 月末左右出现第 1 个小高峰,7 月中下旬出现第 2 次小高峰,8 月中下旬出现第 3 个大高峰,种群数量最大。从发生种类来看,大灰食蚜蝇在大豆生长前期种群数量最大,尤其是在黑龙江省牡丹江地区,前期的大灰食蚜蝇种群数量很大;细腹食蚜蝇通常在大豆生长中后期种群数量最大;而黑带食蚜蝇从前期至后期一直维持较高的种群数量,是整个东北地区的优势种。

通过对岫岩地区食蚜蝇和大豆蚜的田间种群数量调查,结果如图 1。对食蚜蝇幼虫发生动态与大豆蚜种群动态进行相关性检验,因食蚜蝇幼虫数据不为正态分布,故采用 Spearman 非参数相关检验的方法, $r = 0.894$, $P < 0.001$,为显著性正相关,表明食蚜蝇幼虫发生高峰期与大豆蚜的发生高峰期基本吻合。对食蚜蝇成虫发生动态和大豆蚜发生动态进行 Pearson 相关检验, $r = 0.315$, $P = 0.177 > 0.05$,两者不相关。但将蚜虫数量和对应 5 d 后的食蚜蝇成虫数量进行 Pearson 相关检验, $r = 0.691$, $P < 0.001$,为显著正相关,表明食蚜蝇成虫的发生高峰滞后于蚜虫发生高峰。将食蚜蝇幼虫与成虫合并计算,用 Pearson 相关检验的方法,检测食蚜蝇与蚜虫的相关性, $r = 0.515$, $P = 0.020 < 0.05$,两者显著相关。以上结果表明,食蚜蝇的

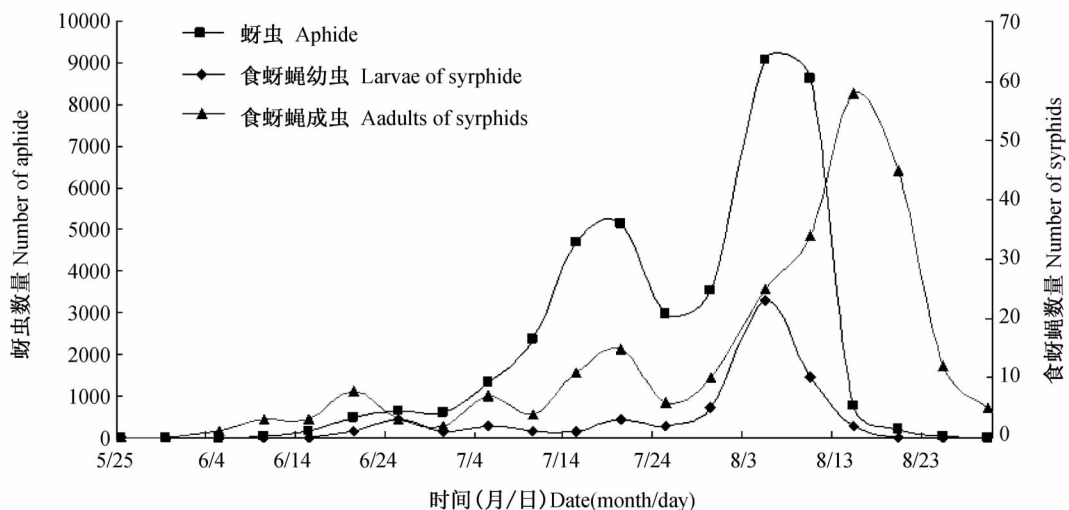


图 1 辽宁岫岩地区 2009 年蚜虫 - 食蚜蝇种群数量变化趋势图

Fig.1 Population dynamics of aphids-syrphids in Xiuyan, Liaoning Province in 2009

发生动态和大豆蚜的种群数量密切相关,对大豆蚜虫有明显的控制作用。

2.3 黑带食蚜蝇发育历期观察及幼虫对大豆蚜的捕食效应测定

黑带食蚜蝇为我国东北大豆生态系统的优势天敌种类,以黑带食蚜蝇为研究对象,测定食蚜蝇幼虫对大豆蚜的控害潜能。在室温 19 ~ 22℃ 条件

下,各虫态及虫龄的发育历期见表 1。在人工饲养条件下,黑带食蚜蝇的世代时间平均为 23 d 左右。在田间自然条件下,幼虫各龄期与在饲养条件下基本相同,但蛹期和成虫期的历期相差明显,在自然环境条件下,蛹期所经历的时间明显长于室内饲养所需的时间,而成虫期则在人工饲养条件下明显长于在自然环境中。

表 1 黑带食蚜蝇平均发育历期
Table 1 Average developmental duration of *Episyrphus balteatus*

虫态 Stages	卵 Egg	L1 1 st instar	L2 2 nd instar	L3 3 rd instar	蛹 Pupa	成虫 Adult	
平均发育历期(d) Duration (d)	饲养观察 In lab	2.4	2.2	1.9	2.7	7.2	18.5
	田观观察 In field	NA	2.3	2.1	2.6	12.6	9.35

注:NA 表示没有数据。
NA indicates that no data.

黑带食蚜蝇幼虫期对不同密度大豆蚜的日平均捕食量见表 2。用 Holling 圆盘方程进行拟合,可计算出理论最大捕食量(表 3)。结果显示,黑带食蚜蝇各龄幼虫对大豆蚜的理论最大日捕食量分别为 1 龄 51 头,2 龄 133 头,3 龄 226 头。由此

计算出捕食 1 头蚜虫所需要的时间分别为 28.5、10.8、6.3 min。结合黑带食蚜蝇各龄幼虫的发育历期,可计算出平均每头幼虫一生所需消耗的蚜虫量约为 984 只。可见,黑带食蚜蝇对大豆蚜捕食能力较强,有很大的应用潜能。

表 2 黑带食蚜蝇幼虫对大豆蚜的平均日捕食量
Table 2 Average daily predation capacity of *Episyrphus balteatus*

龄期 Stadium	蚜虫密度 Density of aphids						
	20	40	60	80	100	120	140
1 龄 1 st instar	7. 43	12. 87	15. 47	19. 57	23. 83	25. 46	
2 龄 2 nd instar		29. 87	42. 59	47. 57	57. 17	63. 43	66. 03
3 龄 3 rd instar		39. 31	51. 73	63. 70	72. 13	87. 85	93. 56

表 3 黑带食蚜蝇幼虫对大豆蚜的捕食效率方程
Table 3 Predatory efficiency equations of *Episyrphus balteatus*

龄期 Stadium	圆盘方程 Disc equation	相关系数 <i>r</i> Correlation coefficient	理论最大捕食量 Theoretical predation capacity
1 龄 1 st instar	$Na = 0.4193N / (1 + 0.0198 \times 0.4193N)$	0.8984	50.5181
2 龄 2 nd instar	$Na = 0.9812N / (1 + 0.0075 \times 0.9812N)$	0.9250	132.5946
3 龄 3 rd instar	$Na = 1.1504N / (1 + 0.0044 \times 1.1504N)$	0.9404	225.5686

黑带食蚜蝇田间控害效应试验结果见表 4。结果显示,在益害比为 1:150 时,控害效果达到最大,接近 60%;单头控制蚜量则在 1:250 时最多,为 102 头,且控害效果可达到 40% 以上。因此,作

者认为,在田间自然生态条件下,益害比在 1:250 以下时,黑带食蚜蝇对大豆蚜都有较好的控制效果。

表 4 不同蚜虫密度条件下黑带食蚜蝇的田间控害效果
Table 4 Control efficiency at different ratio of *Episyrphus balteatus*

益害比 Syrphid/Aphid	控制效果 Effect of control	单头控蚜量 Consumption of per syrphid
1:300	27.39%	82
1:250	40.85%	102
1:200	52.16%	91
1:150	59.87%	91
1:100	57.51%	58

3 讨论

目前,关于食蚜蝇对蚜虫的控制作用,已有一些研究报道(熊汉忠和董惠芳,1992;高俊峰等,1996;Kan,1988)。其中,大灰食蚜蝇研究较多(董惠芳和熊汉忠,1988;杨奉才和李宗梧,1989;熊汉忠和董惠芳,1992;杜予州和陈学忠,1993;李学燕和罗佑珍,2001;董坤等,2004)。黑带食蚜蝇也有一些报道(何继龙等,1992;林贵禄和刘春梅,1993)。但很少关于食蚜蝇对大豆蚜的控制作用的报道。

东北地区是我国大豆的主要产区,每年大豆蚜危害严重。食蚜蝇是大豆蚜的重要天敌,摸清我国东北地区大豆田中捕食性食蚜蝇的优势种类、其种群动态及其对大豆蚜的控制作用,对合理利用和保护食蚜蝇天敌,提高其对大豆蚜的自然控制作用是很有必要的。

本文系统地调查我国东北大豆生态区捕食性食蚜蝇的种类组成,明确了田间常见种类主要为 4 种,并对其中优势种黑带食蚜蝇进行了捕食量和控害效应测定,结果表明在东北地区食蚜蝇从早春到秋收期间一直可见。捕食性食蚜蝇常见种的种群数量变动与大豆蚜种群数量变动有很强的相关性,其幼虫高峰期与蚜虫高峰期基本一致。尤其是大豆生长前期,其它天敌数量很少,食蚜蝇对前期蚜虫数量控制起着重要的作用。当然,在农田生态系统中,多种影响相互作用,会影响黑带食蚜蝇的捕食效率,如天敌之间的竞争(Alhmedi

et al., 2007),不同的寄主植物(Vanhaelen *et al.*, 2002),不同猎物种类(Růžicka, 1975)等。鉴于目前人工饲养和释放技术尚未成熟,加强对田间食蚜蝇的保护,提高食蚜蝇对大豆蚜的自然控制作用是很有必要的。根据食蚜蝇的生物学特性,我们提出下列参考措施:

蜜源植物的种植:食蚜蝇成虫访花,以花粉和花蜜作为补充营养。因此,在大豆田周边或垄间适当种植开花的蜜源植物不仅为食蚜蝇成虫提供足够的蜜源,有利于增加产卵量,而且还可以把周边的食蚜蝇成虫吸引到大豆田产卵,增加大豆田食蚜蝇天敌的种群数量。

改变耕作方式:由于大多数食蚜蝇的食性较广,不仅捕食大豆蚜,还捕食其它蚜虫及木虱、粉虱、介壳虫等小虫。因此,改变大豆单一种植的耕作方式,实行间作或套作,有利于食蚜蝇在作物间的迁移,提高食蚜蝇的种群数量。特别是当大豆与其它具有经济价值的蜜源植物(如烟草、土豆、花卉等)间作或套作时,更有利于食蚜蝇的种群增长。

大豆田周边杂草的保留:保留田边杂草,有利于保护食蚜蝇。一方面,可为食蚜蝇提供栖息场所,尤其是对越冬代的食蚜蝇更为重要;另一方面,杂草上的其它种类的蚜虫和其它小虫,可作为食蚜蝇的食物。此外,田边杂草开花,可作为蜜源植物。因此,田边杂草的保留是有必要的。

防治阈值:当食蚜蝇与大豆蚜的益害比高于 1:250,可完全利用食蚜蝇对蚜虫的自然控制作用,

而不需人工干预。当必需使用化学农药时, 注意选择农药的类型、剂量、施用时间和方法, 尽量减少对食蚜蝇的杀伤。

参考文献 (References)

- Alhmedi A, Francis F, Bodson B, Haubruge E, 2007. Intraguild interactions of aphidophagous predators in fields: effect of *Coccinella septempunctata* and *Epsyrphus balteatus* occurrence on aphid infested plants. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.*, 72(3):381—390.
- 董惠芳, 熊汉忠, 1988. 大灰食蚜蝇成虫饲养研究. 生物防治通报, 4(4):155—158.
- 董坤, 董艳, 蔡金莲, 罗佑珍, 2004. 营养条件对大灰食蚜蝇成虫的影响. 云南农业科技, 2004(3):16—17.
- 杜予州, 陈学忠, 1993. 不同猎物及猎物密度对大灰食蚜蝇捕食效率及生长发育的影响. 贵州农学院学报, 12(1):48—52.
- 高俊峰, 姜连峰, 张广信. 四条小食蚜蝇控制蚜虫作用及生物学特性观察. 吉林农业科学, 1996, (2):60—61.
- 韩新才, 1997. 大豆蚜虫及其天敌田间消长规律. 湖北农业科学, (2):22—24.
- 何继龙, 孙兴全, 叶文娟, 沈丽娟, 彩云, 李智华, 1992. 黑带食蚜蝇生物学的初步研究. 上海农学院学报, 10(1):35—43.
- Kan E, 1988. Assessment of aphid colonies by hoverflies. III Pea aphid and *Episyrphus balteatus* (de Geer) (Diptera: Syrphidae). *J. Ethol.*, 7(1):1—6.
- 李学燕, 罗佑珍, 2001. 大灰食蚜蝇对 3 种蚜虫的捕食作用研究. 云南农业大学学报, 16(2):102—104.
- 李兆华, 李亚哲, 1990. 甘肃蚜蝇科图志. 北京: 中国展望出版社. 1—127.
- 林贵禄, 刘春梅, 1993. 黑带食蚜蝇捕食量计算方法研究. 昆虫天敌, 15(1):18—21.
- Růžicka Z, 1975. The effects of various aphids as larval prey on the development of *Metasyrphus corollae* (Diptera: Syrphidae). *Biocontrol*, 20(4):393—402.
- Sundby RA, 1966. A comparative study of the efficiency of three predatory insects *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae), *Chrysopa carnea* St. (Neuroptera, Chrysopidae) and *Syrphus ribesii* L. (Diptera, Syrphidae). *Entomophaga*, 2(4):395—404.
- Tamaki G, Landis BJ, Weeks RE, 1967. Autumn populations of green peach aphid on peach tree, and the role of syrphid flies in their control. *J. Econ. Ent.*, 60(2):433—436.
- Vanhaelen N, Gaspar C, Francis F, 2002. Influence of prey host plant on a generalist aphidophagous predator: *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae). *Eur. J. Entomol.*, 99(4):561—564.
- 王春荣, 陈继光, 郭玉人, 宫香余, 1998. 黑龙江省大豆蚜虫发生规律与防治方法. 大豆通报, 1998(6):15.
- 王素云, 暴祥致, 孙雅杰, 陈瑞鹿, 翟保平, 1996. 大豆蚜虫对大豆生长和产量影响的试验. 大豆科学, 15(3):245—247.
- 熊汉忠, 董惠芳, 1992. 大灰食蚜蝇幼虫饲养及温室释放实验. 生物防治通报, 8(1):6—9.
- 薛宝东, 高俊峰, 王伟华, 2000. 长白山西南坡大豆田食蚜蝇种类及幼虫对大豆蚜的控制作用. 吉林农业科学, 25(4):33—34.
- 杨奉才, 李宗梧, 1989. 大灰食蚜蝇的生物学及对麦蚜控制作用的研究. 昆虫天敌, 11(3):116—121.

豆柄瘤蚜茧蜂和广双瘤蚜茧蜂田间发生动态及田间繁育*

席玉强^{1,3} 尹新明² 李学军⁴ 许彪⁵ 张彦周^{1**}

(1. 中国科学院动物研究所动物进化与系统学重点实验室 北京 100101;

2. 河南农业大学植物保护学院 郑州 450002; 3. 郑州科技学院 郑州 450064;

4. 沈阳师范大学化学与生命科学学院 沈阳 110034; 5. 辽宁省岫岩满族自治县
农业技术推广中心 岫岩 114300)

摘要 豆柄瘤蚜茧蜂 *Lysiphlebus fabarum* Marshall 和广双瘤蚜茧蜂 *Binodoxys communis* Gahan 是大豆田大豆蚜的重要寄生蜂。2009—2010 年,采取棋盘式采样和随机抽样调查相结合的方法,在辽宁岫岩对大豆田内的豆柄瘤蚜茧蜂和广双瘤蚜茧蜂的发生动态进行了研究。结果显示,2009 年,豆柄瘤蚜茧蜂 6 月 20 号前后在田间开始少量发生,7 月上旬数量急速上升,中旬达到最高值,然后开始下降;8 月中旬出现第 2 个高峰,数量上明显小于第 1 个高峰期,但 2010 年只有 1 个高峰,第 2 个高峰不明显;广双瘤蚜茧蜂 6 月底开始出现并不断上升,到 7 月上、中旬达到一定量后持续到 8 月底。总体来说,豆柄瘤蚜茧蜂发生的时间比广双瘤蚜茧蜂早,且数量也较多。同时在大田按照不同的处理,对豆柄瘤蚜茧蜂进行大田罩笼繁殖研究,当豆柄瘤蚜茧蜂与适龄蚜虫数量比值为 1:100 的情况下产生的僵蚜数量最多。为大田有效利用蚜茧蜂控制大豆蚜提供了必要的基础资料。

关键词 豆柄瘤蚜茧蜂, 广双瘤蚜茧蜂, 发生动态, 罩笼繁育, 大豆蚜

The temporal distribution of the aphid parasites, *Lysiphlebus fabarum* and *Binodoxys communis*, in soybean fields in Liaoning, China

XI Yu-Qiang^{1,3} YIN Xin-Ming² LI Xue-Jun⁴ XU Biao⁵ ZHANG Yan-Zhou^{1**}

(1. Key Laboratory of Zoological Systematics and Evolution, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

2. College of Plant Protection, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 3. University for Science and Technology Zhengzhou, Zhengzhou 450064, China; 4. College of Chemistry and Life Sciences, Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China; 5. Center of Agricultural Technology Popularization, Xiuyan Manchu Nationality Autonomous County, Liaoning Province, Xiuyan 114300)

Abstract The braconid parasitoids, *Lysiphlebus fabarum* Marshall and *Binodoxys communis* Gahan, are important natural enemies of the soybean aphid *Aphis glycines*. In 2009 and 2010, the temporal distribution of these species was studied in soybean fields in Xiuyan, Liaoning, China using checkerboard sampling and field surveys. Results show that *L. fabarum* was first detected in crop fields around mid-June in 2009, after which numbers of this species rapidly increased to a peak around mid-July. After a subsequent decline in numbers, a second peak was observed in early August 2009. The temporal distribution of both parasitoids in 2010 was almost the same as in 2009 except that the second population peak was not so distinct. *B. communis* had increased in number by the end of June, with the population stabilizing from early June or mid-July until the end of August. In general, *B. communis* appeared later and was less abundant than *L. fabarum*. *L. fabarum* was also reared in nylon-net covered cages in fields under different treatments. The number of mummified aphids was greatest at a parasite (♀)/aphid ratio of 1:100. These results provide some useful basic knowledge for the control of the soybean aphid.

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(201103022)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-NF-02)、河南省重点科技攻关项目(092102110183)。

**通讯作者, E-mail: zhangyz@ioz.ac.cn

收稿日期:2011-10-26, 接受日期:2011-11-08

Key words *Lysiphlebus fabarum*, *Binodoxys communis*, occurrence regularity, cage rearing, soybean aphid

大豆蚜 *Aphis glycines* Matsumura 是大豆的重要害虫之一。早在 20 世纪 60 年代,大豆蚜的为害已经引起了人们的重视(王承纶等,1962),但到目前为止,我国乃至世界范围内防治大豆蚜的主要方法仍以化学防治为主(刘慧平等,1996; Myers *et al.*, 2005; 王春荣等,2005; 袁国庆,2008; 石凤梅,2009)。应用化学农药防治大豆蚜导致田间天敌数量不断减少,另外化学防治产生农药残留,污染环境,对人畜造成毒害(姚洪渭等,2002)等问题越来越突出。因此,利用自然天敌为主的生物防治技术来控制大豆蚜的发生为害就显得更加重要。国内外已经报道很多利用寄生蜂进行生物防治的成功先例(Whitman and Eller, 1990, 1992; Eller *et al.*, 1992; Hamm *et al.*, 1992; Li *et al.*, 1992; Wackers and Lewis, 1994; Röse *et al.*, 1997; 陈家骅和石全秀,2001; Wackers *et al.*, 2002; 蒋杰贤等,2003)。

已报道的大豆蚜寄生性天敌有豆柄瘤蚜茧蜂 *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Zhang *et al.*, 1998; 严福顺等,2005; Stary *et al.*, 2010; 席玉强等,2010), 日本豆蚜茧蜂 *Lysiphlebia japonica* (Ashmead) (又名,柄瘤蚜茧蜂,日本柄瘤蚜茧蜂), 蚜虫跳小蜂 *Syrphophagus aphidivorus* (Mayr) (高峻峰,1985; Van den Berg *et al.*, 1997; Venette and Ragsdale, 2004; 邵向阳和刘登明,2009), 黄足蚜小蜂 *Aphelinus albipodus* Hayat & Fatima (Wu *et al.*, 2004) 等。在欧洲, Völkl 和 Stechmann (1998) 研究了豆柄瘤蚜茧蜂对黑豆蚜的寄生率。广双瘤蚜茧蜂 *Binodoxys communis* Gahan 曾被引到美国用于大豆蚜的防治 (Wyckhuys *et al.*, 2008)。关于蚜茧蜂,国内对烟蚜茧蜂繁殖、应用的研究报道较多(赵万源等,1980; 季正端和毕章宝,1995; 任广伟等,2000; 忻亦芬等,2001; 李学荣等,2002; 邓建华等,2006; 李明福等,2006; 王树会和魏佳宁,2006; 吴兴富,2007)。尽管国内有许多关于大豆蚜发生动态的研究报道(王承纶等,1962; 王素云等,1994; 韩新才,1997; 刘振勇和李唯实,2005; 李长锁等,2009; 邢星,2009), 鲜有对大豆蚜的寄生性天敌,特别是豆柄瘤蚜茧蜂和广双瘤蚜茧蜂发生及繁养研究的报道。而研究大豆蚜茧蜂的发生动态,了解它们的发生规律,掌握繁殖的技术方法以

及应用过程中的注意事项,可为更好的利用这些天敌防治大豆蚜,提高防治效果提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点及材料

试验在辽宁省鞍山市岫岩满族自治县农业技术推广中心试验田进行(E122.6°, N40.4°), 面积 3.335 万 m²。试验用的大豆品种为辽豆-15, 由辽宁省农科院提供。试验田周边种有其它大豆品种, 1~2 km 外是丘陵和村庄。另外, 岫岩满族自治县属温带季风性气候, 年平均气温 7.4℃, 年平均降雨量 775.8~933.8 mm。

1.2 试验设备

体视镜 Leica MZ12.5; 黄色诱虫盘, 直径 14 cm, 高 3.5 cm (利用膜翅目昆虫的趋黄性); 养虫透明塑料杯, 顶部直径 7 cm, 底部直径 5 cm, 高 9 cm; 封口纸(卫生纸: 每块 11 cm × 10 cm); 橡皮筋; 1.5 mL 冻存管; 小毛笔, 长 15 cm, 直径 0.5 cm, 毛长 1.5 cm; 100% 酒精; 吸虫器(用长 7 cm, 内径 3 cm 的透明玻璃瓶, 瓶口密封, 中央插入长度为 10 cm 和 20 cm, 内径 0.6 cm 的钢管儿, 长的插到瓶的底部, 短的插入一半, 外端套上长 70 cm, 内径为 0.7 cm 的硅胶管, 管与瓶盖儿交界处用胶密封)。养虫笼(50 cm × 50 cm × 100 cm, 100 目纱网, 内部由钢筋焊接的铁架支撑), 养虫笼的其中一面中间有长 80 cm 的拉链(便于观察、操作); 玻璃透明收蜂管(长 5 cm, 直径 1 cm); 脱脂棉; 蜂蜜。

1.3 试验方法

在大豆整个生长季节采用棋盘式采样法进行大豆蚜的采集, 共选 20 个点, 每个点 6 m × 6 m, 间距为 30 m, 每点选 25 株大豆, 每株取其中部 4 片叶, 每 3 d 采集 1 次。将采集的叶片带回室内置于养虫杯内进行大豆蚜的饲养, 每个养虫杯放 5~6 片叶, 封口纸密封养虫杯, 用橡皮筋缠紧。每天观察 3 次, 发现出蜂, 用小毛笔沾少许酒精, 将蜂移至 100% 酒精的冻存管, 收集完毕后, 在体视镜下进行鉴定。将标本置于 4℃ 冰箱保存。同时结合田间寄生蜂的调查情况, 总结寄生蜂的发生动态。

在 3.335 万 m² 左右的试验田(地块儿整齐,

大豆长势良好,有一定蚜虫数量)选择 20 个点,设置 20 个罩笼(将罩笼内铁架插入土中 10 cm 左右,避免被风吹倒;罩笼基部埋入土中,避免其它昆虫的干扰),每个罩笼占地面积约 0.25 m²(罩 4 株大豆),7 月上旬蚜量开始增长时进行罩笼,每个罩笼内的初始蚜量为 1 000 头左右。20 个罩笼进行 4 组处理,1 组对照,每组处理重复 4 次,4 组处理的雌蜂与蚜虫比例分别是:1:250,1:200,1:150,1:100(♀:♂=1:1);在罩笼内悬挂 10% 蜂蜜水的棉球(作为食料的补充)。每 3 d 调查 1 次,统计僵蚜数量。

1.4 数据处理与分析

采用 SPSS15.0 软件进行数据分析,方差分析

采用邓肯氏多重比较方法。

2 结果与分析

2.1 大豆蚜茧蜂的发生动态

2009 年,豆柄瘤蚜茧蜂在 5 月中下旬已有零星出现,6 月中下旬随着大豆蚜数量的增长,其数量开始增加,6 月底、7 月初数量达到高峰,最高值为 400 头;第 2 个高峰出现在 8 月上中旬,数量比第 1 次高峰有明显的减少,最高值仅为 251 头。广双瘤蚜茧蜂在 6 月下旬开始有零星出现,6 月底数量开始增加,7 月上旬数量不断增长,最高达到 81 头,到中下旬数量明显下降,8 月上旬数量有所增加,中下旬逐渐减少(图 1)。

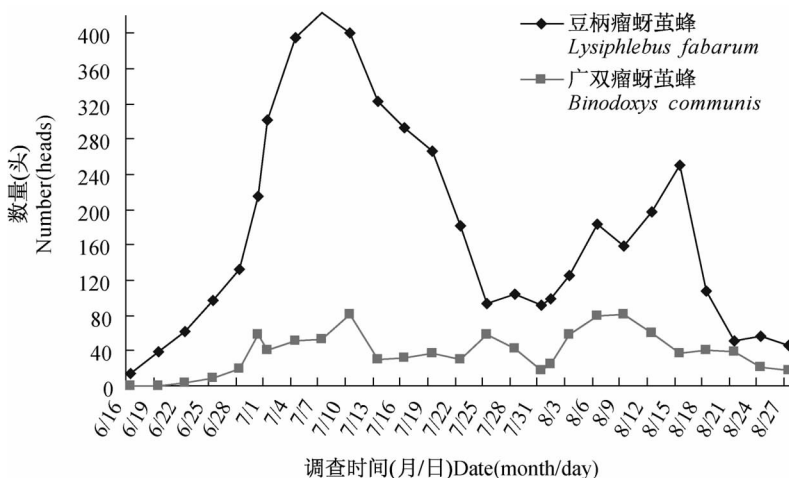


图 1 2009 年大豆蚜茧蜂发生动态

Fig. 1 Occurrence regularity of aphid parasites in 2009

2010 年,豆柄瘤蚜茧蜂 6 月中旬开始出现,7 月上中旬数量达到最大值,为 290 头。之后数量不断下降,没有出现第 2 次的数量高峰。广双瘤蚜茧蜂 6 月底开始出现,且数量较少,最高值为 51 头,8 月中旬开始数量就不断下降(图 2)。

根据 2009 年和 2010 年发生情况,在辽宁岫岩大豆田间,豆柄瘤蚜茧蜂的发生数量远高于广双瘤蚜茧蜂,其发生时间也较广双瘤蚜茧蜂早。

2.2 田间罩笼繁育豆柄瘤蚜茧蜂

2.2.1 2009 年大豆田繁育豆柄瘤蚜茧蜂产生的僵蚜数量 在 7 月中下旬、8 月上中旬,分 2 批在大豆田进行罩笼饲养豆柄瘤蚜茧蜂,不同处理按雌雄成蜂不同比例进行放蜂罩笼内饲养,放蜂前

将罩笼内的天敌剔除,清除杂草,只保留大豆蚜,从而避免其它天敌对豆柄瘤蚜茧蜂寄生过程中造成的干扰。7 月份的罩笼饲养结果表明,处理 1:100 产生的僵蚜数量最多,共产生僵蚜 1 263 个,平均每个罩笼产生僵蚜 (315.75 ± 12.83) 个,其蜂(♀)蚜比为 1:100,效果最好。产生僵蚜数量最少的是处理 1:200,其蜂(♀)蚜比为 1:200,平均每笼产生的僵蚜数量仅为 (6.75 ± 0.85) 个。8 月份的罩笼中,处理 1:150 产生的僵蚜数量最多,平均每个罩笼内产生的僵蚜数量为 (391.50 ± 3.07) 个,其蜂(♀)蚜比为 1:150。而处理 1:200 产生的僵蚜数量仍然是最少的,平均每个罩笼产生的僵蚜数量为 (20.25 ± 1.49) 个(表 1)。