

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($E122.6^{\circ}$, $N40.4^{\circ}$),面积 3.335 万 m^2 。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 $7.4^{\circ}C$,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 \times 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 \times 50 cm \times 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 \times 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 $4^{\circ}C$ 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 m^2 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)。

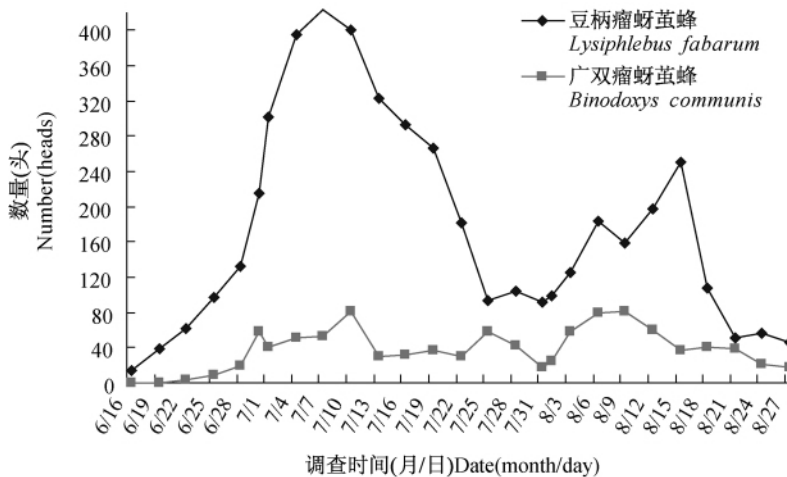


图 1 2009 年大豆蚜茧蜂发生动态

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)。

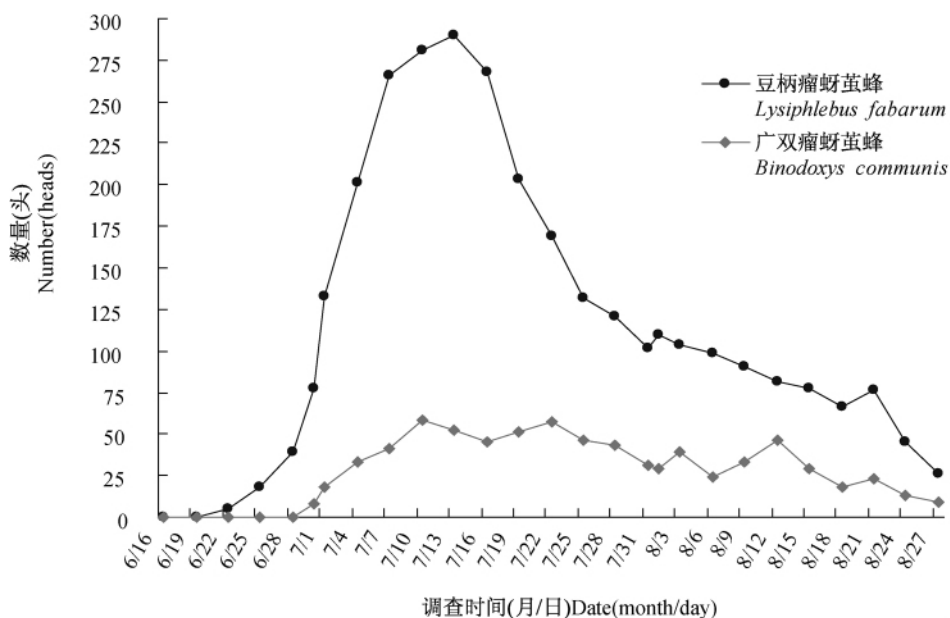


图2 2010年大豆蚜茧蜂发生动态
Fig. 2 Occurrence regularity of aphid parasites in 2010

表1 各个处理平均每笼的僵蚜数量
Table 1 The number of soybean mummy average per cage every treatment

比例 Proportion	日期 Date	
	7月 July	8月 Aug.
1:250	77.25 ± 2.29b	122.25 ± 2.30b
1:200	6.75 ± 0.85c	20.25 ± 1.49d
1:150	26.25 ± 1.25c	391.50 ± 3.07a
1:100	315.75 ± 12.83a	32.25 ± 1.32c

注:表中数据为平均数 ± 标准误,同一列数据中,具有不同字母的数据是经 Duncan 多重比较存在显著差异 (P < 0.05)。下表同。

The data in the table are mean ± SE, and followed by different letters in same column indicate significantly different by Duncan's multiple-range test at the 0.05 level. The same below.

2.2.2 2010年大豆田繁育豆柄瘤蚜茧蜂产生的僵蚜数量 在7月上旬、8月上中旬,分2批在大豆田进行罩笼饲养豆柄瘤蚜茧蜂(方法同2009年)。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830个,平均每个罩笼产生僵蚜(208.35 ± 8.37)个,其效果最好。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(7.25 ± 0.95)个。8月份的罩笼中,处理1:100产生的

僵蚜数量最多,平均每个罩笼内产生的僵蚜数量为(98.75 ± 3.55)个。而处理1:250最少,平均每笼产生的僵蚜数量为10.55 ± 0.65个(表2)。

表2 各个处理平均每笼的僵蚜数量
Table 2 The number of soybean mummy average per cage every treatment

比例 Proportion	日期 Date	
	7月 July	8月 Aug.
1:250	63.75 ± 1.95b	10.55 ± 0.65b
1:200	7.25 ± 0.95c	13.95 ± 1.35d
1:150	29.35 ± 1.65c	63.45 ± 1.75a
1:100	208.35 ± 8.37a	98.75 ± 3.55c

3 讨论

豆柄瘤蚜茧蜂于6月中旬开始出现,数量不断上升,7月中旬达到最高值,之后数量开始下降,8月上旬数量开始略有上升,中旬数量达到第2个高峰,但数量少于第1个高峰时的数量,一直持续到8月底。广双瘤蚜茧蜂6月底开始出现,7月上旬数量开始上升,8月上旬数量达到最大值,之后数量还是下降,一直持续到8月底。2年的发生情况基本一致,只是2009年的数量要高于2010年的发生数量。根据我们统计的气象资料,2010年

6 月份气温稍高于 2009 年, 2010 年的雨量大, 6 月份的雨量是 2009 年同期降雨量的 2 倍; 7 月份总降雨量是 2009 年同期的近 6 倍, 8 月份是 2009 年的 35 倍, 可见雨量大对蚜茧蜂的数量有着明显的影响, 2010 年蚜茧蜂发生的数量要远远低于 2009 年的蚜茧蜂数量。且 2010 年同期的温度要略高于 2009 年, 蚜茧蜂的生长发育随着温度的升高而逐渐减慢, 说明高温不利于其生长发育, 这与其它昆虫的生长发育是一致的(高峻峰, 1994; 王淑贤等, 2009; 向玉勇等, 2011)。蚜茧蜂的发生与环境因素有着紧密的联系, 温度、湿度, 以及光照都会对其造成一定的影响(吴兴富等, 2000; 蓝江林和贺福德, 2005a, 2005b; 徐清华等, 2007)。

由于受到环境因素的影响, 2010 年蚜茧蜂发生的数量少于 2009 年, 且持续的时间也短。

2009 年罩笼产生的僵蚜, 按照放蜂的比例, 处理 1:100 放蜂(♀)数量最多, 即蜂(♀)蚜比越大, 产生的数量应该越多, 7 月份结果符合这个结论, 而 8 月份却是处理 1:150 产生的僵蚜数量最多, 出现这种情况的原因可能是 8 月份的气温偏高, 造成处理 1:100 罩笼内雌蜂的死亡, 也可能是罩笼内存在其它天敌, 致使大豆蚜数量减少, 同时又干扰了豆柄瘤蚜茧蜂的寄生行为。而 7、8 月份产生僵蚜数量最少的均为处理 1:200, 按照蜂蚜比看, 处理 1:250 的蜂蚜比最小, 其产生僵蚜数量应该是最少的, 可结果却是处理 1:250 比处理 1:200 产生的僵蚜数量多, 造成这种结果的主要原因是, 处理 1:200 受到其它天敌的干扰, 放蜂时温度过高, 从而造成了雌蜂的死亡, 罩笼内出现的蚜霉菌, 直接导致了大豆蚜数量的急剧下降, 从而致使处理 1:250 与处理 1:200 产生的僵蚜数量有显著性差异。2010 年罩笼繁育试验, 产生僵蚜的数量要低于 2009 年。7 月份处理 1:100 产生的僵蚜数量最多, 而处理 1:200 产生的最少, 在处理 1:200 中有食蚜蝇幼虫存在, 由于没有及时剔除其它天敌, 大豆蚜数量减少, 从而对豆柄瘤蚜茧蜂的寄生造成影响。8 月份处理 1:100 产生的僵蚜数量最多, 而处理 1:100 产生的僵蚜数量最少。主要原因是 2010 年降雨较多, 7、8 月份日平均降雨量为 46.6 mm, 同时, 光照时间缩短, 影响了大豆植株的生长, 从而对大豆蚜及蚜茧蜂的生长发育产生了一定的影响。雨水的冲刷作用造成了大豆蚜数量的减少, 致使蚜茧蜂数量的减少。罩笼内的大豆

植株处在一个相对封闭的生长环境条件中, 与大田的植株相比, 光照相对减少, 通风差, 因而影响了大豆蚜的生长, 使蚜量减少, 同时蚜茧蜂也要适应这样的环境, 对其生长也存在一定的影响。如果大面积的罩笼, 就可能尽量避免这种情况的产生, 具体的试验方案有待进一步的研究。

参考文献(References)

- 陈家骅, 石全秀, 2001. 中国蚜茧蜂. 福州: 福建科学技术出版社. 1—273.
- 邓建华, 吴兴富, 宋春满, 黄江梅, 刘光辉, 杨硕媛, 2006. 田间小棚繁殖烟蚜茧蜂的繁蜂效果研究. 西南农业大学学报(自然科学版), 28(1): 66—69.
- Eller FJ, Tumlinson JH, Lewis WJ, 1992. Effect of host diet and preflight experience on the flight responses of *Microplitis croceipes* (Cresson). *Physiol. Entomol.*, 17(3): 235—240.
- 高峻峰, 1985. 日本豆蚜茧蜂利用研究. 昆虫天敌, 7(3): 152—154.
- 高峻峰, 1994. 日本豆蚜茧蜂控制豆蚜的作用及其生物学特性的观察. 生物防治通报, 2(14): 91—92.
- Hamm JJ, Styer EL, Lewis WJ, 1992. Three viruses found in the braconid parasitoid *Microplitis croceipes* and their implications in biological control programs. *Biol. Control*, 2(4): 329—336.
- 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.
- 季正端, 毕章宝, 1995. 烟蚜茧蜂生物学研究 III. 河北农业大学学报, 18(2): 1—5.
- 蒋杰贤, 王冬生, 张沪同, 朱宗源, 2003. 桃蚜茧蜂繁殖与利用研究. 上海农业学报, 19(3): 97—100.
- 蓝江林, 贺福德, 2005a. 温度、光周期和相对湿度对棉蚜茧蜂 [*Lysiphlebia japonica* (Ashmead)] 发育及繁殖的影响. 中国农学通报, 21(11): 328—330.
- 蓝江林, 贺福德, 2005b. 棉蚜茧蜂发育及成蜂寿命的影响因子. 中国生物防治, 21(3): 142—145.
- 李长锁, 于涵, 马跃, 2009. 大豆蚜发生规律及防治措施. 现代化农业, 10: 6—7.
- Li YS, Dickens JC, Steiner WWM, 1992. Antennal olfactory responsiveness of *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) to cotton plant volatiles. *J. Chem. Ecol.*, 18(10): 1761—1773.
- 李学荣, 忻亦芬, 张明伟, 丛斌, 2002. 烟蚜茧蜂控制工厂蔬菜桃蚜的研究. 沈阳农业大学学报, 33(4): 262—265.
- 李明福, 张永平, 王秀忠, 2006. 烟蚜茧蜂繁殖及对烟蚜的

- 防治效果探索. 中国农学通报, 22(2): 343—346.
- 刘慧平, 韩巨才, 李冬梅, 石久军, 1996. 溴氰菊酯防治大豆食心虫、大豆蚜、甘蓝夜蛾试验. 农药, 35(9): 37—39.
- 刘振勇, 李唯实, 2005. 大豆蚜虫发生原因及防治措施. 作物杂志, 2: 40.
- Myers SW, Hogg DB, Wedberg JL, 2005. Determining the optimal timing of foliar of foliar insecticide applications for control of soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) on soybean. *J. Econ. Entomol.*, 98(6): 2006—2012.
- 任广伟, 秦焕菊, 史万华, 王桂芬, 2000. 我国烟蚜茧蜂的研究进展. 中国烟草学, (1): 27—30.
- Röse UR, Alborn HT, Makranczy G, Lewis WJ, Tumlinson JH, 1997. Host recognition by the specialist endoparasitoid *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae): role of host and plant-related volatiles. *J. Insect Behav.*, 10(3): 313—330.
- 邵向阳, 刘登明, 2009. 大豆蚜生活习性及其生物防治. 现代农业, 6: 52—53.
- 石凤梅, 2009. Engeco SC 对大豆蚜虫的防治研究. 黑龙江农业科学, 5: 78—79.
- Sary P, Rakhshani E, Tomanovic Z, Hoelmer K, Kavallieratos NG, Yu JJ, Wang MQ, Heimpel GE, 2010. A new species of *Lysiphlebus forsteri* 1862 (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) attacking soybean aphid, *Aphis glycines* Matsumura (Hemiptera: Aphididae) from China. *J. Hym. Res.*, 19(1): 179—186.
- Van den Berg H, Ankasah D, Muhammad R, Rusli HA, Widayanto HB, Wirasto Y, 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.
- Venette RC, Ragsdale DW, 2004. Assessing the invasion by soybean aphid (Homoptera: Aphididae): where will it end? *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97: 219—226.
- Völkl W, Stechmann DH, 1998. Parasitism of the black bean aphid (*Aphis fabae*) by *Lysiphlebus fabarum* (Hym., Aphidiidae): the influence of host plant and habitat. *J. Appl. Ent.*, 122: 201—206.
- Wackers FL, Lewis W, 1994. Olfactory and visual learning and their combined influence on host site location by the parasitoid *Microplitis croceipes* (Cresson). *Biol. Control*, 4(2): 105—112.
- Wackers FL, Bonifay C, Lewis WJ, 2002. Conditioning of appetitive behavior in the Hymenopteran parasitoid *Microplitis croceipes*. *Entomol. Exp. Appl.*, 103: 135—138.
- 王承纶, 相连英, 张广学, 朱弘复, 1962. 大豆蚜 *Aphis glycines* Matsumura 的研究. 昆虫学报, 11(1): 31—44.
- 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.
- 王树会, 魏佳宁, 2006. 烟蚜茧蜂规模化繁殖和释放技术研究. 云南大学学报(自然科学版) 28(S1): 377—382.
- 王淑贤, 李学军, 苏晓丹, 郑国, 2009. 荚新姬小蜂的发育起点温度和有效积温研究. 中国植保导刊, 29(4): 34—35.
- 王素云, 孙雅杰, 陈瑞鹿, 翟保平, 暴祥致, 1994. 大豆蚜虫对大豆的危害与防治. 植保技术与推广, 2: 5—6.
- Whitman DW, Eller FJ, 1990. Parasitic wasps orient to green leaf volatiles. *Chemoecology*, 1: 69—75.
- Whitman DW, Eller FJ, 1992. Orientation of *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) to green leaf volatiles: dose-response curves. *J. Chem. Ecol.*, 18(10): 1743—1753.
- Wu ZW, Hopper KR, O'Neil RJ, Voegtlin DJ, Prokrym DR, Heimpel GE, 2004. Reproductive compatibility and genetic variation between two strains of *Aphelinus albipodus* (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of the soybean aphid, *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae). *Biol. Control*, 31(3): 311—319.
- Wyckhuys KAG, Stone L, Desneux N, Hoelmer KA, Hopper KR, Heimpel GE, 2008. Parasitism of the soybean aphid, *Aphis glycines* by *Binodoxys communis*: the role of aphid defensive behaviour and parasitoid reproductive performance. *Bull. Entomol. Res.*, 98: 361—370.
- 吴兴富, 李天飞, 魏佳宁, 王毅, 邓建华, 高家合, 赵立恒, 2000. 温度对烟蚜茧蜂发育、生殖的影响. 动物学研究, 21(3): 192—198.
- 吴兴富, 2007. 烟蚜茧蜂繁殖利用概述. 中国农学通报, 23(5): 306—308.
- 席玉强, 尹新明, 李学军, 朱朝东, 张彦周, 2010. 豆柄瘤蚜茧蜂触角感受器的扫描电镜观察. 昆虫学报, 53(8): 936—942.
- 忻亦芬, 李学荣, 王洪平, 王桂清, 唐永红, 2001. 用萝卜苗作桃蚜植物寄主繁殖烟蚜茧蜂. 中国生物防治, 17(2): 49—52.
- 向玉勇, 殷培峰, 汪美英, 罗侠, 张元昶, 2011. 金银花尺蠖发育起点温度和有效积温的研究. 应用昆虫学报, 48(1): 152—155.
- 邢星, 2009. 岫岩地区大豆蚜虫田间消长及天敌跟随规律初报. 辽东学院学报(自然科学版) 2(16): 155—157.
- 徐清华, 孟玲, 李保平, 2007. 可疑柄瘤蚜茧蜂对高温下不同龄期黑豆蚜的寄生及其适合度表现. 昆虫学报, 50(5): 488—493.

- 姚洪涓, 叶恭银, 程家安, 2002. 同翅目害虫抗药性研究进展. 浙江农业学报, 14(2): 63—70.
- 严福顺, 闫云花, 张瑛, 侯照远, 王琛柱, 2005. 两种蚜茧蜂及其寄主蚜虫对大豆植株挥发性次生物种的触角电位反应. 昆虫学报, 48(4): 509—513.
- 袁国庆, 2008. 大豆蚜发生规律及防治技术. 经济作物, 2: 111—112.
- 赵万源, 丁垂平, 董大志, 王云珍, 张文莲, 1980. 烟蚜茧蜂生物学及其应用研究. 动物学研究, 1(3): 405—415.
- Zhang Y, Guo BG, Hou ZY, Chen X, Yan FH, 1998. Olfactory orientation of the parasitoid wasp *Lysiphlebus fabarum* to its host food plants. *Entomol. Sin.*, 5(1): 74—82.