

姚洪渭, 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.

大豆蚜对环境的适应及对大豆产量的影响^{*}

许国庆^{**} 陈彦 王兴亚 刘培斌 徐蕾 赵彤华

(辽宁省农业科学院植物保护研究所 沈阳 110161)

摘 要 2009—2010 年,以辽东山区大豆主产区岫岩县作为试验点,系统调查了大豆蚜 *Aphis glycines* Matsumura 正常型蚜和小型蚜的种群动态,研究了蜡蚧轮枝菌 *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas、豆柄瘤蚜茧蜂 *Lysiphlebus fabarum* Marshall、异色瓢虫 *Harmonia axyridis* (Pallas) 对大豆蚜正常型蚜和小型蚜的寄生与捕食作用;另外,也研究了降雨对小型蚜和正常型蚜的冲刷作用,以及小型蚜对大豆产量的影响等。研究表明,7 月上中旬为大豆蚜小型蚜发生初期,7 月下旬—8 月上旬为小型蚜发生高峰期,2010 年小型蚜平均蚜量达 10 000 头/百株以上。此外,通过比较大豆蚜正常型蚜和小型蚜排蜜量,发现正常型蚜与小型蚜在 30 min 内的排蜜频率差异极其显著,正常型蚜排蜜次数明显多于小型蚜。蜡蚧轮枝菌对大豆蚜小型蚜的侵染较正常型低,前者被侵染率低于 3%,后者被侵染率高达 25%。豆柄瘤蚜茧蜂对正常型蚜的寄生率较小型蚜高,寄生率分别为 43.41% 和 0.58%。异色瓢虫 3 龄幼虫对正常型蚜和小型蚜的捕食率分别为 80.24% 和 36.36%。降雨对小型蚜冲刷作用明显低于正常型蚜。最后,通过对单株蚜量与单株产量进行单因素方差分析,结果表明,单株小型蚜量对产量影响不显著 ($F = 0.378$; $df = 7, 1$; $P > 0.05$)。上述研究为明确大豆蚜的发生与为害、小型蚜适应环境的生存机制以及自然天敌对大豆蚜的田间控制作用,进而为大豆蚜的可持续控制提供理论依据。

关键词 大豆蚜, 种群动态, 天敌, 产量

Adaptation of the dwarf forms of soybean aphid, *Aphis glycines* to environment and impact on soybean yield

XU Guo-Qing^{**} CHEN Yan WANG Xing-Ya LIU Pei-Bin XU Lei ZHAO Tong-Hua

(Institute of Plant Protection, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161, China)

Abstract The population dynamics of the dwarf form of the soybean aphid, *Aphis glycines* Matsumura, was investigated in 2009 and 2010 in Xiuyan County, eastern Liaoning, one of the main soybean production areas in China. Fungal parasitism of this pest by *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viegas and *Lysiphlebus fabarum* Marshall and predation on it by *Harmonia axyridis* (Pallas) were also investigated. In addition, research was conducted on the effect on this species of rainfall, and on its impact on soybean yield. The results indicate that the earliest damage to soybean plants occurred in mid-June. Heavy infestations of aphids occurred in late July and early August with densities of up to 80 722 aphids per hundred plants. Normal aphids excreted significantly more honey-dew than dwarf forms. Dwarf forms had a lower incidence of parasitism by *V. lecanii* than normal forms. However, normal forms had a higher incidence of parasitism by *L. fabarum* (43.41%) than dwarf forms (0.58%). The 3rd larval stage of *H. axyridis* had a predation rate on normal and dwarf aphids of 80.24% and 36.36% respectively. Dwarf forms were less affected by rainfall than normal forms. Moreover, a One-Way ANOVA indicated no significant relationship between the number of dwarf aphids per plant and yield ($F = 0.378$; $df = 7, 1$; $P > 0.05$).

Key words *Aphis glycines*, population dynamics, natural enemy, yield

大豆蚜 *Aphis glycines* Matsumura 是为害大豆 的主要害虫之一。在我国,大豆蚜主要分布于东

^{*} 资助项目:公益性行业(农业)科研专项经费项目“作物蚜虫综合防控技术研究与示范推广”(201103022)。

^{**} 通讯作者, E-mail: xgq66@126.com

收稿日期:2010-12-17,接受日期:2010-12-30

北、华北、西南、华南、内蒙古、宁夏和台湾等省份,通常以成、若蚜群集在大豆嫩叶和嫩茎等处为害,导致叶片卷曲变形,植株生长迟缓、分枝及结荚减少,最终造成大豆严重减产。同时,大豆蚜也可传播大豆花叶病毒病(SMV)等病害(王素云等,1996;王春荣和邓秀成,2005)。近年来,大豆蚜已对我国大豆产业造成了较为严重的经济损失(王春荣等,1998;苗进等,2005)。在我国东北地区,大豆蚜营异寄主全周期生活。通常以卵在原生寄主鼠李属(*Rhamnus*)植物枝条的芽或缝隙处越冬。翌春,当均温高于10℃,越冬卵孵化为干母。5月中、下旬,产生的有翅蚜迁飞至次生寄主大豆幼苗上为害。6月下旬—7月中旬,为大豆蚜发生高峰期。值得注意的是,7月下旬产生的小型蚜常群聚在大豆植株的中下部叶片背面为害。8月下旬—9月上旬,随着气温的下降,蚜量迅速减少。此期间,产生的有翅性母蚜迁回到鼠李上,产生雌性蚜。9月中下旬,雌性蚜成长后与从大豆田迁来的雄性蚜进行交配产卵越冬,完成一个生活周期(张广学和钟铁森,1983)。

一些种类的蚜虫在7—8月间可在次生寄主上产生小型蚜。一些学者将盛夏在棉田出现的棉蚜黄色小型蚜称为伏蚜(戴小枫等,1990;龚鹏等,2001);另一些学者则将一些种类的小型蚜称为越冬小型蚜(罗进仓等,1999;李友莲和张利军,2008)。目前,国内外关于小型蚜研究甚少,仅在棉蚜 *Aphis gossypii* Glover、栾多态毛蚜 *Periphyllus koelreuteriae* Takahashi 和枫杨刻蚜 *Kurisakia onigurumi* (Shinji) 等个别种类中有所研究,主要集中在研究小型蚜的形态特征、生活周期,小型蚜对寄主的为害损失与防治指标研究。近年来,关于大豆蚜的研究较多,主要集中在生活史、发生规律、种群动态、防治指标、天敌对大豆蚜控制作用、入侵来源以及抗蚜性大豆品种选育等(王承伦等,1962;林存鑫等,1992,1993;李长松等,2000;Liu et al.,2004;Ragsdale et al.,2007;Kim and Diers,2009)。但是,在大豆蚜小型蚜的生物学、生态学以及其对大豆危害等尚属研究空白。

本文通过2年以辽宁东部山区大豆主产区岫岩县作为试验点,研究大豆蚜正常型蚜和小型蚜的种群发生动态、天敌及病原微生物对正常型蚜和小型蚜的控制作用,以及小型蚜对大豆产量的影响等,为深入探讨小型蚜形成与危害机制,完善

大豆蚜的防治策略与防治技术,最终实现大豆蚜的可持续控制提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 大豆蚜正常型蚜和小型蚜的种群动态

2009—2010年,在岫岩县,选择肥力水平较为一致的大豆田作为试验地(面积均在4 hm²以上),种植的大豆品种为当地主栽品种“丹豆14”。5月上旬播种,种植密度约为150 000株/hm²,田间正常管理,不施用任何化学药剂。采用棋盘式取样法,在调查样地内选择10点,每点10株,共计100株,每5 d调查1次,直到收获为止,记录并统计全株大豆上的大豆蚜正常型蚜和小型蚜的发生数量。

1.2 大豆蚜正常型蚜和小型蚜的排蜜频率测定

将盆栽大豆苗放置在室内养虫箱内(26~30℃),每盆植株叶背各接10头无翅成蚜,共计10盆,蚜虫样本数为300头。叶正面用透明胶带纸包封,防止蚜虫爬到叶正面,稳定1 d后,将直径为7 cm的滤纸沿半径剪一切缝,中间剪一小孔。滤纸用溴甲酚蓝(溴甲酚蓝:无水乙醇=2:1)处理,阴干后套于茎秆基部。根据蚜虫排泄蜜露行为,蜜滴直接落在处理过的滤纸上,落点处滤纸由黄变蓝,30 min后统计蓝点数即蜜滴数,得出每10头成蚜在30 min内排蜜频率,并且测量落在滤纸上的蜜露直径,比较小型蚜与正常型蚜排蜜频率及蜜露大小。

1.3 蜡蚧轮枝菌 *Verticillium lecanii* 对大豆蚜正常型蚜和小型蚜的影响

选择的试验样地同1.1。分别在2010年7月22日和8月1日,在调查样地内随机选取15株和20株大豆植株,调查并记录每个大豆植株上小型蚜和正常型蚜的数量以及被蜡蚧轮枝菌侵染的小型蚜和正常型蚜的数量。

1.4 豆柄瘤蚜茧蜂 *Lysiphlebus fabarum* 对大豆蚜正常型蚜和小型蚜的寄生

2010年7月22日和8月1日,在室内,将带有小型蚜和正常型蚜的大豆植株罩笼,每个笼罩内只有1株大豆植株,在释放豆柄瘤蚜茧蜂前统计每株大豆植株上小型蚜和正常型蚜的数量。将田间采集的豆柄瘤蚜茧蜂释放到笼罩的大豆植株内,每个笼罩内只有1株大豆植株,每个笼罩为1

次重复,共3次重复。然后在每笼罩内释放5对蚜茧蜂,10 d后统计僵蚜数量以及小型蚜和正常型蚜的被寄生率。

1.5 异色瓢虫 *Harmonia axyridis* 幼虫对大豆蚜正常型蚜和小型蚜的捕食

采用田间罩笼法。选择的试验样地同1.1。试验分2个处理。第1个处理:选取12株小型蚜和正常型蚜混生的大豆植株,在释放异色瓢虫幼虫前统计每株大豆植株上小型蚜和正常型蚜的数量。将田间采集的3龄异色瓢虫幼虫释放到笼罩的大豆植株内,然后在每笼罩内释放2头异色瓢虫幼虫,24 h后再调查1次小型蚜和正常型蚜数量。第2个处理:选取分别只有小型蚜和正常型蚜的大豆植株各6株,在释放天敌前统计每株大豆植株上小型蚜数量。同样在每个笼罩内释放2头异色瓢虫幼虫,24 h后分别统计正常型蚜和小型蚜的数量。

1.6 降雨对大豆蚜正常型蚜和小型蚜的影响

选择的试验样地同1.1。在2010年7月19日—8月10日,采用随机五点取样法,每点3株,共计15株,在降雨前标记大豆植株,分别统计大豆蚜正常型蚜和小型蚜的数量,雨后24 h后再记录并统计各株大豆蚜正常型蚜及小型蚜的发生数量,同时记录岫岩降雨情况。

1.7 大豆蚜小型蚜对大豆产量的影响

选择的试验样地同1.1。2010年7月13日—15日,进行单株大豆蚜量标记,分别设置0、300、400、500、600、800、1 000、1 200头/株共8个蚜量

梯度,随机排列,每个梯度5次重复。每5 d调查1次蚜量,人工去除标记的大豆植株正常型蚜及多余的小型蚜。收获后实测单株产量。

1.8 数据统计与分析

利用 Microsoft Excell 2003 软件进行数据计算和作图,用 SPSS 11.0 统计分析软件进行单因素方差分析 (One-Way ANOVA)、两独立样本 *t* 检验 (Independent-Samples *t* test)、配对样本的 *t* 检验 (Pared-Samples *t* test) 等。

2 结果与分析

2.1 大豆蚜正常型蚜和小型蚜的种群动态

通过2009—2010年在岫岩地区对大豆蚜不同蚜型的种群动态调查(图1,2),研究表明,大豆蚜正常型蚜在大豆上发生初始期为6月中旬,随着温度的升高,大豆蚜正常型蚜数量迅速上升,7月上、中旬(2009年的7月6日和2010年的7月16日),正常型蚜达到发生高峰期,平均蚜量分别达5 869头/百株和80 722头/百株。另外,正常型蚜在2009年有2个发生高峰期,在2010年有1个发生高峰期。

7月上、中旬为小型蚜发生初始期。经2年的7月1日调查发现,田间尚无小型蚜发生。2009年7月11日和2010年7月6日,平均蚜量分别达401头/百株和15头/百株。之后,小型蚜数量迅速增加,7月下旬到8月上旬为小型蚜发生高峰期,例如,2009年8月1日和2010年7月21日小型蚜发生达到高峰期,分别为9 871头/百株和11 984头/百株。总体上小型蚜在2年度只有1个

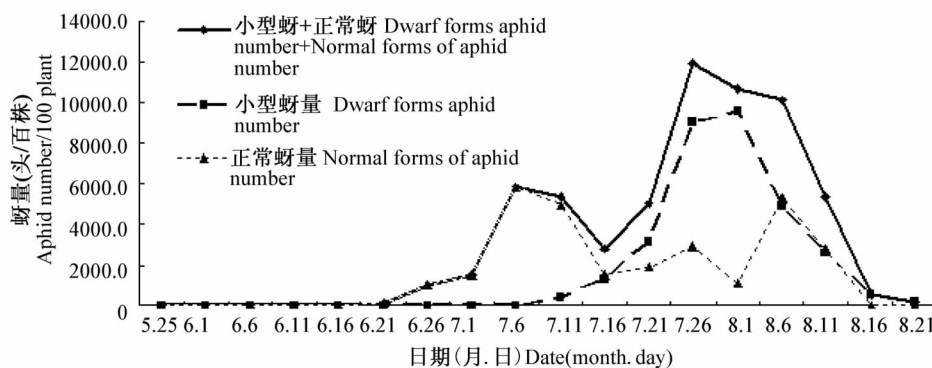


图1 大豆蚜不同蚜型的种群动态(岫岩,2009年)

Fig. 1 Population dynamics of the normal forms and the dwarf forms of soybean aphid, *Aphis glycines* in the field (Xiuyan, 2009)

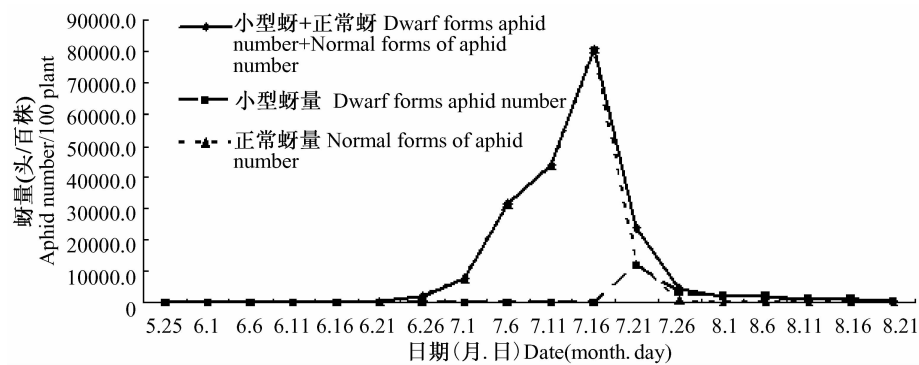


图2 大豆蚜不同蚜型的种群动态(岫岩,2010 年)

Fig.2 Population dynamics of the normal forms and the dwarf forms of soybean aphid, *Aphis glycines* in the field(Xiuyan, 2010)

发生高峰期。此外,8 月下旬(8 月 21 日)为正常型蚜和小型蚜发生末期,例如,2009 年正常型蚜和小型蚜蚜量分别为 196 头/百株和 5 头/百株;2010 年正常型蚜和小型蚜蚜量分别为 354 头/百株和 56 头/百株。

2.2 大豆蚜正常型蚜和小型蚜的排蜜频率的测定

大豆蚜小型蚜与正常型蚜的排蜜情况见表 1。从表 1 可以看出,大豆蚜小型蚜与正常型蚜在 30 min 的排蜜数,经过 Independent-Samples *t* test,说明不同蚜型排蜜数极其显著($F=15.893$; $df=58$; $P<0.001$)。另外,大豆蚜小型蚜与正常型蚜的蜜露直径,经过 Independent-Samples *t* test ($F=5.579$; $df=18$; $P<0.05$)说明不同蚜型排蜜露大小显著。

表 1 大豆蚜小型蚜与正常型蚜的排蜜情况比较(岫岩,2010)

Table 1 Comparative study of the excretive honeydews frequency between normal forms and the dwarf forms of soybean aphid, *Aphis glycine* (Xiuyan, 2010)

大豆蚜类型 Aphid type	蜜露频率(30 min·10 头) Honeydews frequency(30 min·10aphids)		蜜露大小/粒 Honeydews size	
	供试虫数(头) Number	蜜露频率(次) Honeydews frequency	供试虫数(头) Number	蜜露直径(mm) Honeydews diameter
正常型蚜 Normal forms of soybean aphid	300	21.33 ± 4.63	10	2.36 ± 0.41
小型蚜 Dwarf forms of soybean aphid	300	4.7 ± 2.18	10	1.05 ± 0.26

2.3 蜡蚧轮枝菌对大豆蚜正常型蚜和小型蚜的影响

蜡蚧轮枝菌对大豆蚜小型蚜和正常型蚜的侵染调查见表 2。从表 2 可以看出,7 月 22 日,平均单株小型蚜量为 105 头,被侵染数约为 3 头,正常型蚜量约为 13 头,其中被侵染数为 3 头。蜡蚧轮枝菌对小型蚜的侵染率为 2.7%;对正常型蚜的侵染率为 25.1%;另外,8 月 1 日,蜡蚧轮枝菌对小型蚜的侵染率为 1.9%;对正常型蚜的侵染率为 47.0%。在此阶段,总体上寄生微生物对小型蚜

的侵染率很低,约为 2% ~3%。但是,对正常型大豆蚜的侵染率很高,达到 25% 以上。

2.4 豆柄瘤蚜茧蜂对大豆蚜正常型蚜和小型蚜的寄生

豆柄瘤蚜茧蜂对小型蚜的寄生情况研究见表 3。从表 3 可以看出,豆柄瘤蚜茧蜂对正常型蚜的寄生率较小型蚜高,豆柄瘤蚜茧蜂对正常型蚜和小型蚜的寄生率分别为 0.58% 和 43.41%。

表 2 蜡蚧轮枝菌对大豆蚜不同蚜型的侵染调查(岫岩,2010)

Table 2 Infective investigation on the normal forms and the dwarf forms of soybean aphid, *Aphis glycine* by *Verticillium lecanii*(Xiuyan, 2010)

日期 Date	正常型蚜数量(头/株) Normal forms of soybean aphid number/plant		小型蚜数量(头/株) Dwarf forms of soybean aphid number /plant	
	总蚜量(头) Total number of aphid	被侵染数(头) Infected number of aphid	总蚜量(头) Total number of aphid	被侵染数(头) Infected number of aphid
2010. 7. 22	12. 73 ± 3. 51	3. 27 ± 2. 05	105. 00 ± 51. 65	2. 87 ± 3. 48
2010. 8. 01	9. 07 ± 2. 74	4. 33 ± 2. 02	169. 33 ± 33. 48	3. 20 ± 1. 86

表 3 豆柄瘤蚜茧蜂对小型蚜的寄生(岫岩,2010)

Table 3 Infective investigation on normal forms and the dwarf forms of soybean aphid, *Aphis glycine* by *Lysiphlebus fabarum*(Xiuyan, 2010)

蚜型 Aphid type	初始蚜量(头/株) Initial aphid number/plant	僵蚜(头/株) Stiff aphid number /plant	被寄生率(%) Parasited rate
正常型蚜 Normal forms of soybean aphid	17. 67 ± 2. 52	7. 67 ± 2. 52	43. 41
小型蚜 Dwarf forms of soybean aphid	173. 33 ± 110. 15	1. 00 ± 1. 00	0. 58

2.5 异色瓢虫幼虫对大豆蚜正常型蚜和小型蚜的捕食

异色瓢虫 3 龄幼虫对大豆蚜不同蚜型的捕食情况见图 3,分别对小型蚜和正常型蚜的捕食量进行配对样本的 *t* 检验(Pared-Samples *t* test),研究结果表明,异色瓢虫 3 龄幼虫对小型蚜的捕食实

验前后数量差异极其显著($t = 3.182; df = 17; P < 0.01$);异色瓢虫 3 龄幼虫对正常型蚜的捕食实验前后数量差异显著($t = 2.845; df = 17; P < 0.05$)。另外,异色瓢虫 3 龄幼虫对正常型蚜的捕食率为 80.24%,对小型蚜的捕食率为 36.36%。总体上异色瓢虫幼虫对小型蚜和正常型蚜均具有

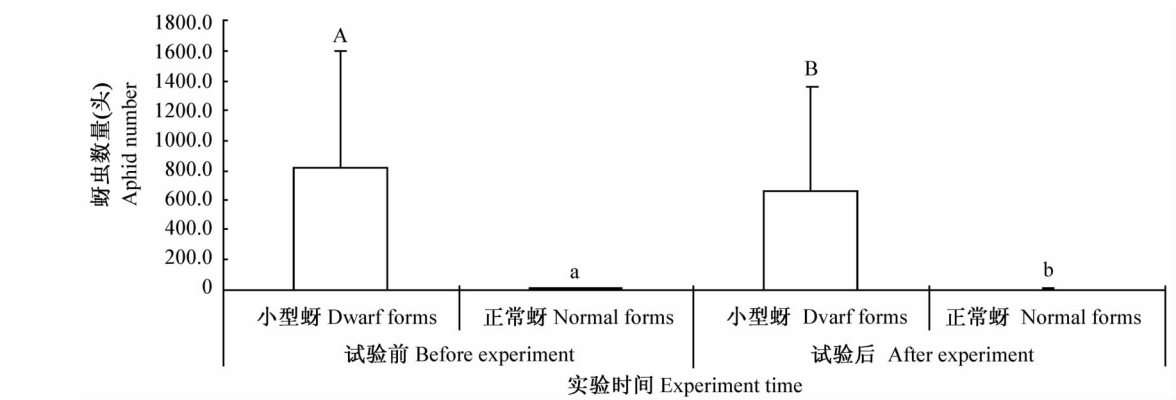


图 3 3 龄异色瓢虫幼虫对不同蚜型的捕食情况(岫岩,2009)

Fig. 3 Investigation on the normal forms and the dwarf forms of soybean aphid, *Aphis glycine* preyed by 3rd larva of *Harmonia axyridis*(Xiuyan, 2009)

注:图中不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。下图同。
It indicates significance difference at 5% and 1% level followed by different lowercase or uppercase letters in the figure respectively. The same below.

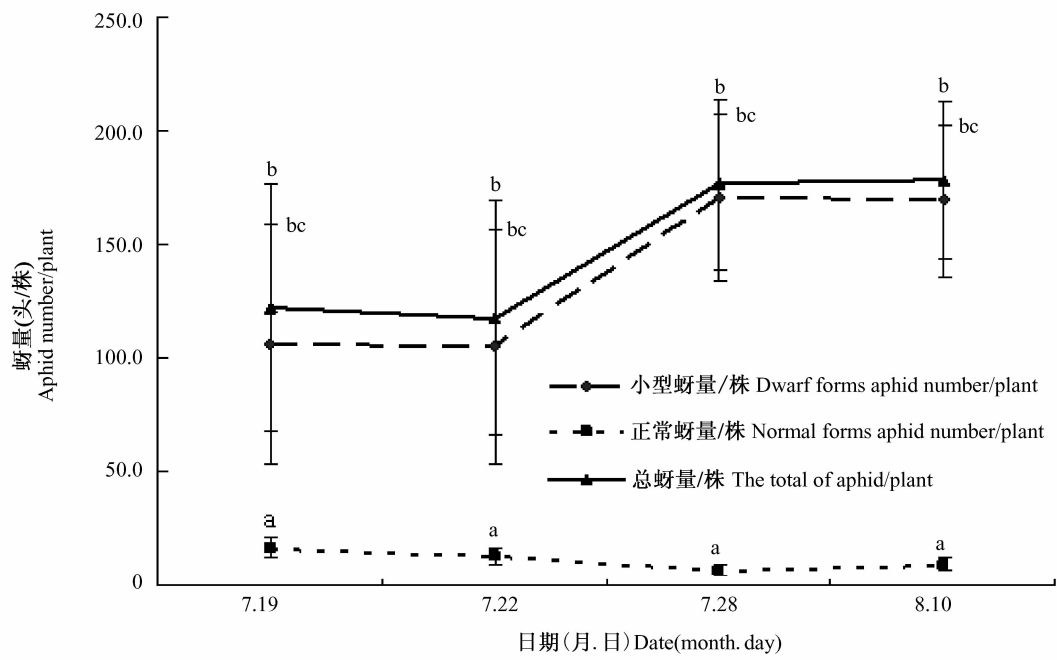


图 4 降雨对不同蚜型数量的影响(岫岩,2010)

Fig. 4 Investigation on the amount of the normal forms and the dwarf forms of soybean aphid, *Aphis glycine* influenced by rainfall(Xiuyan, 2010)

一定的控制作用。

2.6 降雨对大豆蚜正常型蚜和小型蚜的影响

根据当地岫岩气象资料,此期间的降雨情况为7月20日15.2 mm、7月30日29.2 mm、8月20日99.1 mm。研究表明,降雨对小型蚜影响不明显;对正常型蚜有一定的影响,但整体上对大豆蚜的种群影响不明显(图4)。

2.7 大豆蚜小型蚜对大豆产量的影响

小型蚜对大豆产量的影响见表4,通过对单株蚜量与单株产量进行单因素方差分析(One-Way ANOVA),研究结果表明,不同小型蚜梯度对产量影响不明显($F=0.378$; $df=7, 1$; $P>0.05$)。

3 讨论

近年来,由于气候的转暖,大豆蚜在田间发生提前,但大豆播种时间不变,这样导致大豆幼苗受到大豆蚜危害,加大了大豆蚜防治难度。因此,摸清大豆蚜的种群发生动态对搞好大豆蚜预测预报以及合理选择防治适期非常关键。小型蚜是大豆蚜在特定发生阶段产生的一种蚜型,可能是大豆蚜抵御不良环境、保持其种群数量的一种适应机制。本研究结果发现,大豆蚜正常型蚜发生初期

明显较小型蚜早半个月以上。另外,2种蚜型的发生高峰期也存在差异,大豆蚜正常型蚜在7月上、

表 4 大豆蚜小型蚜对产量的影响(岫岩,2010)

Table 4 Investigation on soybean yield influenced by the dwarf forms of soybean aphid, *Aphis glycine*(岫岩,2010)

蚜量(头/株) Aphid number/ plant	粒数量(粒/株) Grain number/plant	粒重(g/株) Grain weigh(g /plant)
0	104.20 ± 12.11	19.41 ± 0.86
300	126.80 ± 15.61	19.47 ± 0.82
400	124.60 ± 23.39	19.39 ± 0.75
500	126.40 ± 11.30	19.44 ± 1.23
600	114.00 ± 20.87	19.31 ± 1.49
800	102.60 ± 15.74	19.34 ± 1.09
1 000	104.20 ± 15.12	18.98 ± 0.68
1 200	116.00 ± 5.96	18.91 ± 0.65

中旬达到发生高峰期,而小型蚜在7月下旬—8月上旬达到发生高峰期。各地区大豆种群动态存在差异,可能与不同地区的气候条件(温度、湿度和降雨量等)不同有关。在岫岩,7—8月份高温多雨

的气候条件(例如,2010年7月份平均温度为24.3℃,降雨量为334.1 mm,8月平均温度为22.8℃,降雨量为794.2 mm,7—8月份降水量占全年降水量的60%)为大豆蚜小型蚜的发生为害提供了有利的条件。

另外,在进行大豆蚜种群动态调查时,一些学者在小型蚜发生期末进行大豆蚜正常型蚜与小型蚜的分类调查(韩新才,1997;郑永利和姚士桐,2006;邢星,2009),这样不利于阶段性大豆蚜防治指标的确定,进而影响大豆蚜相应的防治对策。种群动态包括种群数量动态、空间动态和时间动态。本研究仅仅是从种群数量动态的角度研究大豆蚜的种群动态,因此,从数量和空间动态的统一观出发,同时考虑环境因子对大豆蚜不同蚜型种群的影响十分必要。为了明确防治大豆蚜的最佳防治时期,避免猖獗危害期的出现,最终达到经济、有效的控制大豆蚜之目的,因此,摸清多年的大豆蚜不同蚜型的发生动态十分必要。

蚜虫分泌的蜜露包括各种糖类,如葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、松三糖、蜜三糖及果糖等,约占蜜露糖份体积的90%,除此之外还含有9种氨基酸(杨益众等,2005)。蚜虫排蜜的成分和数量也受到诸多因素的影响。例如,有蚁访时5种糖份浓缩物的蜜露为180.6 mg/μL,无蚁访时为192.6 mg/μL(张克斌等,1982)。在本研究中,大豆蚜正常型蚜与小型蚜在30 min内的排蜜频率差异极其显著,正常型蚜排蜜数明显多于小型蚜,这可能与不同蚜型的生理代谢、取食寄主能力有关,本研究只是定性的评价了正常型蚜和小型蚜排蜜数量的差异,没有具体研究蜜露日分泌量(mg/d)以及蜜露中主要成分等的差异,这有待于进一步的研究。

天敌是害虫自然控制因素中重要的生物因素。自然天敌对大豆蚜不同蚜型的自然控制作用如何,如何利用有效天敌最大程度的控制大豆蚜的发生等方面都需进行深入研究。蜡蚧轮枝菌对大豆蚜小型蚜的侵染率较正常型的侵染率低;豆柄瘤蚜茧蜂对正常型蚜的寄生率较小型蚜高;异色瓢虫幼虫对正常型蚜和小型蚜的捕食具有一定的控制作用,特别是对正常型蚜的捕食率明显高于小型蚜。总之,本研究目标自然天敌对大豆蚜正常型蚜的寄生、捕食明显高于小型蚜,可能与小型蚜特有的形态特征有一定关系。小型蚜个体很小,通常是正常成蚜的几分之一,并且体色发白,

表面积相对较大。另外,牛延鹏(2009)认为越夏小型蚜表皮被覆蜡质,周围各毛变成叶或长毛状,与植物表面密切接触,这些特征的产生都有利于蚜虫与植物叶表面的很好融合。因此,越夏小型蚜的产生是蚜虫在不良的外界环境条件下为了更好地保护种群而出现的特殊形态,是蚜虫在长期的进化过程中对不良环境适应的结果。刘向东等(2000)认为田间小型蚜的发生受温度和营养的双重作用,其中温度只是作为驱使棉蚜向下部老叶转移的环境因子,而植株营养是造成棉蚜体型变化的直接原因。

降雨对蚜虫具有一定的冲刷作用,对蚜虫种群增长具有一定的抑制作用。本研究中,降雨对正常型大豆蚜具有冲刷作用,但是对小型蚜的影响却不明显,这可能与小型蚜的形态相对小、生活方式特殊有一定的关系。通常,小型蚜一般分布在大豆植株的中下部的老叶片背部,这样有利于小型蚜有效躲避雨季的强降水的冲刷。此外,近年来,国内外一些学者已深入研究了大豆蚜正常型对大豆产量的影响,并确定了大豆不同生长期大豆蚜正常型的防治指标,他们普遍认为大豆蚜的防治指标为273头/株(111~567头/株)。当超过此防治指标时,如不及时、有效的对大豆蚜进行防治,势必会严重影响大豆产量(何富刚等,1991;Ragsdale *et al.*,2004)。本研究通过研究不同种群密度下小型蚜对大豆产量的影响,发现较大数量(1200头/株以下)的小型蚜对产量影响不明显,这可能与其所为害的部位不是大豆的主要功能叶片,或者是由于小型蚜的取食量极少有关,其机制有待于深入的研究。

小型蚜的产生是一些种类蚜虫长期进化、适应不良外界环境的结果。明确大豆蚜小型蚜产生机制还需要大豆蚜的生物学、生理生态、分子进化及遗传学等多学科多领域的深入研究,进而为大豆蚜的有效控制提供理论依据。

参考文献 (References)

- 戴小枫,郭豫元,李修立,1990. 夏型棉蚜对棉花为害损失与防治指标研究初报. 中国农业科学, 23(4):50—56.
- 龚鹏,杨效文,张孝羲,刘向东,陈晓峰,2001. 棉蚜(*Aphis gossypii*)种群寄主分化和季节分化的微卫星引物PCR研究. 生态学报, 21(5):765—771.

- 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, 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.
- Kim KS, Diers BW, 2009. The associated effects of the soybean aphid resistance locus Rag1 on soybean yield and other agronomic traits. *Crop Sci.*, 49: 1726—1732.
- 李长松, 罗瑞梧, 杨崇良, 尚佑芬, 赵玖华, 辛相启, 2000. 大豆蚜生物学及防治研究. 大豆科学, 19(4): 337—340.
- 李友莲, 张利军, 2008. 枫杨刻蚜的形态特征与生活周期. 林业科学, 44(4): 87—89.
- 林存奎, 李令堂, 王延鹏, 寻振山, 张广信, 李素真, 1993. 蚜虫数量对大豆主要经济性状的影响. 大豆科学, 12(3): 252—254.
- 林存奎, 寻振山, 李令堂, 王延鹏, 张广信, 1992. 豆田蚜虫防治指标的研究. 大豆科学, 11(4): 318—321.
- Liu J, Wu K, Hopper KR, 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.
- 刘向东, 张孝羲, 赵娜珊, 杨效文, 陈晓峰, 张广学. 2000. 棉蚜对棉花生育期及温度条件的生态适应性. 南京农业大学学报, 23(4): 29—32.
- 罗进仓, 陈明, 张新瑞, 郭致杰. 1999. 河西走廊夏型棉蚜为害损失与防治指标研究. 棉花学报, 11(1): 42—44.
- 苗进, 吴孔明, 李国勋. 2005. 大豆蚜的研究进展. 大豆科学, 24(2): 135—138.
- 牛延鹏. 2009. 栾多态毛蚜生活周期的研究. 农技服务, 26(2): 48—49.
- Ragsdale DW, McCornack BP, Venette RC, Potter BD, MacRae IV, Hodgson EW, O'Neil ME, Johnson KD, O'Neil RJ, DiFonzo CD, Hunt TE, Glogoza PA, Cullen EM, 2007. Economic threshold for soybean aphid (Hemiptera: Aphididae). *J. Econ. Ent.*, 100(4): 1258—1267.
- Ragsdale DW, Voegtlin DJ, O'Neil RJ, 2004. Soybean aphid biology in North America. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97(2): 204—208.
- 王承伦, 相连英, 张广学, 朱弘复, 1962. 大豆蚜的研究. 昆虫学报, 11(1): 31—44.
- 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, (6): 15.
- 王春荣, 邓秀成, 2005. 2004 年黑龙江省大豆蚜虫暴发因素分析. 大豆通报, (3): 19—20.
- 王素云, 暴祥致, 孙雅杰, 陈瑞鹿, 翟保平, 1996. 大豆蚜对大豆生长和产量影响的试验. 大豆科学, 15(3): 245—247.
- 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, 16(2): 155—157.
- 杨益众, 陆宴辉, 薛文杰, 2005. 转基因棉花中糖类和游离氨基酸含量的变化对棉蚜泌蜜量及蜜露主要成分的影响. 昆虫学报, 48(4): 491—493.
- 张广学, 钟铁森, 1983. 中国经济昆虫志, 第 25 册, 同翅目: 蚜虫类(一). 北京: 科学出版社. 214—216.
- 张克斌, 刘惠霞, 王玲莉, 1982. 棉蚜蜜露研究初报. 西北农学院学报, 2(1): 49—59.
- 郑永利, 姚士桐, 2006. 鲜食大豆蚜虫种群增长规律与防治指标. 昆虫知识, 43(3): 395—397.