

黑龙江大豆蚜种群动态及田间空间分布研究*

刘兴龙** 李新民 刘春来 王克勤 王 爽 夏吉星 杨 帆 邵天玉 徐伟钧***

(黑龙江省农业科学院植物保护研究所 哈尔滨 150086)

摘 要 2007—2009 年对黑龙江大豆蚜田间种群动态的调查结果表明,6 月中旬大豆蚜 *Aphis glycines* Matsumura 开始在田间出现,3~5 周后田间有蚜株率达到 100%。7 月末至 8 月初蚜量达到高峰期,9 月中下旬在田间逐渐消失。大豆蚜有翅蚜与无翅蚜的发生动态基本一致,有翅蚜高峰期有时会稍有提前。2007 年大豆蚜发生时期早、基数大、增长周期长导致高峰期蚜量显著高于 2008 年和 2009 年。大豆蚜田间分布聚集度指标 $I > 0$ 、 $m^*/m > 1$ 、 $Ca > 0$ 、 $C > 1$,整个生长季种群都表现为聚集分布。建立的 Iwao 回归关系方程($m^* = 7.14758 + 1.11200m$)表明种群分布的基本成分为个体群,个体之间表现为相互吸引。

关键词 大豆蚜,种群动态,Iwao 回归法,空间分布

Population dynamics and spatial distribution pattern of *Aphis glycines* in Heilongjiang Province

LIU Xing-Long** LI Xin-Min LIU Chun-Lai WANG Ke-Qin

WANG Shuang XIA Ji-Xing YANG Fan SHAO Tian-Yu XU Wei-Jun***

(Plant Protection Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract A field survey of the population dynamics of the soybean aphid, *Aphis glycines* Matsumura, was conducted during growing seasons from 2007 to 2009 in Heilongjiang Province, northeastern China. The results show that aphids colonized soybeans in the middle of June, and that nearly 100% of plants were colonized in the next 3 to 5 weeks. The peak abundance of soybean aphids occurred in early August after which the population began to decline in mid-August. In 2007, colonization occurred relatively early and initial densities were obviously higher than in 2008 and 2009. The aggregation index of *A. glycines* distribution in the field was $I > 0$, $m^*/m > 1$, $Ca > 0$, $C > 1$, indicating a clustered spatial distribution throughout the growing season. The Iwao regression equation was $m^* = 7.14758 + 1.11200m$, suggesting that the basic component of population distribution is individual colonies and that individuals attract each other.

Key words *Aphis glycines*, population dynamics, Iwao regression analysis, spatial distribution pattern

大豆蚜 *Aphis glycines* Matsumura 起源于亚洲东部地区,在欧洲部分地区和非洲都有分布,是危害大豆的重要害虫之一。国内各大豆产区广泛分布,尤以东北大豆产区为害最重。并于 2000 年传入美国,现已扩散到美国 21 个州及加拿大的安大略等 3 个省,造成严重产量损失(Ragsdale *et al.* 2004)。大豆蚜是异寄主全周期昆虫,冬寄主为鼠李科植物,夏寄主为栽培大豆和野生大豆。秋季气温下降时由大豆迁飞到鼠李科植物上,雌蚜与

迁回的雄蚜交配产卵,以卵在鼠李枝条的芽腋和缝隙间越冬。翌年春天卵孵化产生孤雌蚜在鼠李上繁殖,大豆出苗后迁飞到大豆植株上(张履鸿, 1993)。大豆蚜田间分布的聚集程度随着不同阶段而变化(史树森等,1994),不同地区大豆蚜在田间发生动态也有差异,吉林大豆蚜在 7 月上中旬蚜量达到最多(王素云等,1996),山东地区则在 8 月上旬蚜量达到高峰(李长松等,2000)。黑龙江是我国的大豆主产区,大豆蚜是生产中的重点防

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(201103022)。

**E-mail:13804505330@163.com

***通讯作者,E-mail:xu.wei@163.com

收稿日期:2011-09-15,接受日期:2011-10-28

治对象之一。研究该地区大豆蚜的田间种群发生动态规律及田间分布规律,对当地大豆蚜防治策略的制定实施具有很重要的意义。

1 材料与方法

1.1 试验地点及调查方法

从2007年开始连续3年对田间的大豆蚜进行调查。实验地点为黑龙江省农业科学院试验田,每年在5月初播种,大豆品种为黑农37,播种面积为0.5 hm²。从6月中下旬田间发现大豆蚜开始调查,至9月中旬田间无大豆蚜时结束。采用棋盘式取样法,调查10个样点,每样点连续调查10株,每7 d调查1次。记录每株大豆上的无翅蚜量和有翅蚜量,大豆蚜在植株上的分布情况。

1.2 分析方法

1.2.1 周增长率 大豆蚜种群数量每周增长率的计算方法为: $Y_t = \ln(N_t + n/N_t)/n$,其中 Y_t 为大豆蚜每周增长率, N_t 为 t 时刻大豆蚜数量, $N_t + n$ 为经历 n 周后大豆蚜的数量(陈敦德等,1989)。

1.2.2 空间分布型 对大豆蚜在2008年田间分布状况进行分析评价。首先将这一年度内每次调查的数据制成频次分布表,利用Excel计算出平均

蚜量($\bar{x}$)和方差(S^2)。然后使用DPS软件对上述数据进行聚集度指标分析,建立 $m^* = \alpha + \beta * m$ (唐启义和冯明光,2002),确定田间大豆蚜的空间分布型。

2 结果与分析

2.1 田间种群动态

2007—2009年大豆蚜种群动态的趋势基本一致(图1~3)。6月中旬开始在田间发现大豆蚜,7月末至8月初大豆蚜蚜量达到高峰期,此后种群数量开始急剧下降,9月中下旬随着大豆的成熟,大豆叶片的凋落,大豆蚜逐渐消失。种群以无翅蚜为主,有翅蚜的比例很小,不到总蚜量的0.1%。有翅蚜的发生动态与无翅蚜的动态基本一致,2007年无翅蚜与有翅蚜的发生高峰期重合,2008年和2009年有翅蚜发生高峰略有提前。将3年最初蚜量和高峰期蚜量进行方差分析,2007年的初始蚜量(126.8头/百株蚜量)和高峰期蚜量(694 200.0头/百株蚜量)都显著高于2008年(12.1头和21 988.0头/百株蚜量)和2009年(52.6头和14 386.0头/百株蚜量),而2008和2009两年无显著差异。

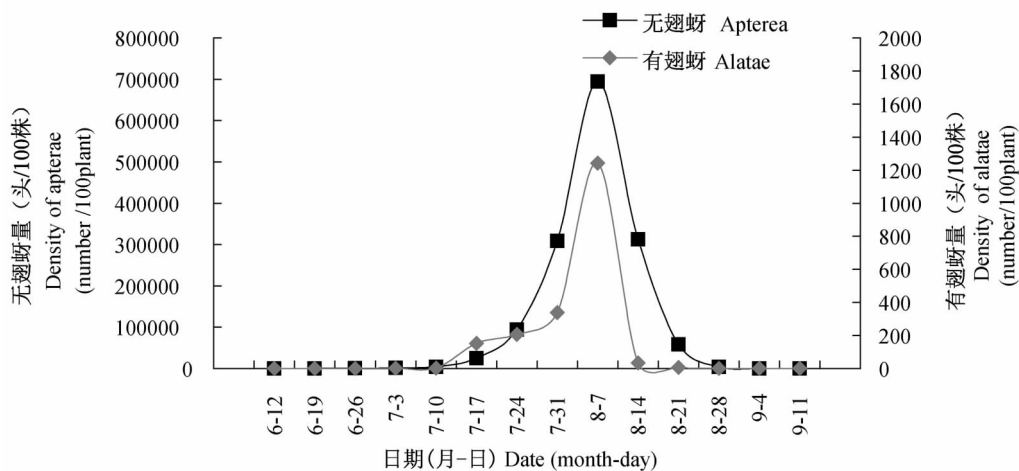


图1 大豆蚜种群动态(2007年)

Fig.1 Population dynamics of *Aphis glycines* in 2007

2.2 种群增长率

根据周限增长率计算,得出大豆蚜达到高峰期的增长率2007年 $Y_t = 1.17$,2008年 $Y_t =$

1.28,2009年 $Y_t = 0.95$ 。虽然2007年的增长率要低于2008年,但是2007年大豆蚜发生时期早,增长时间长(图4),加之2007年大豆蚜发生基数较

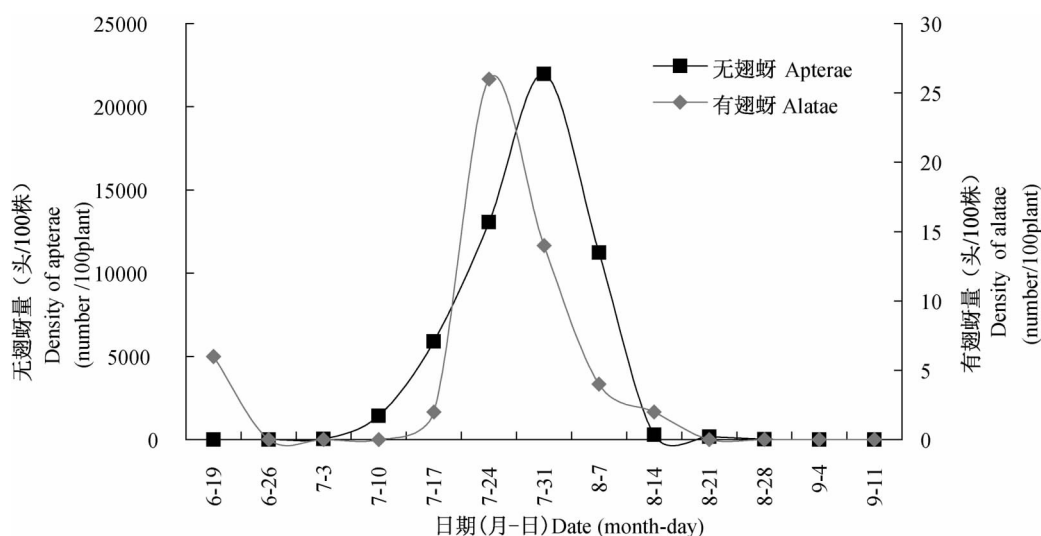


图2 大豆蚜种群动态(2008年)

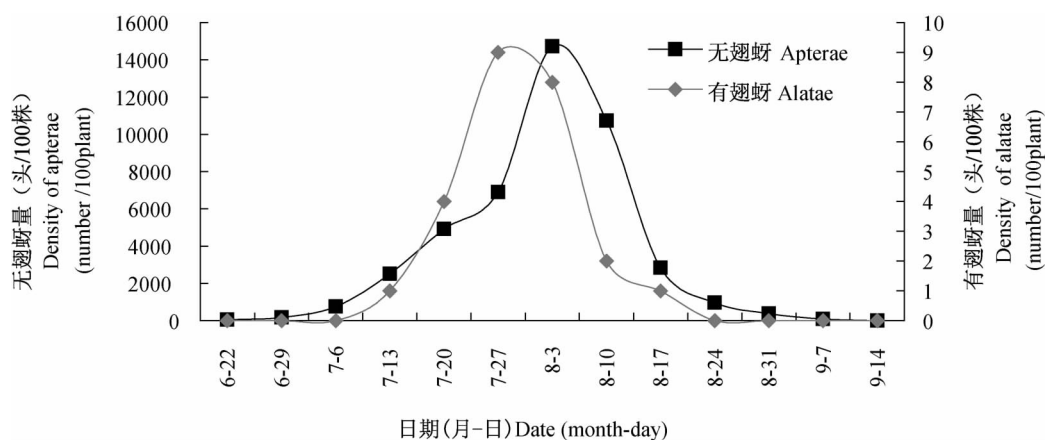
Fig.2 Population dynamics of *Aphis glycines* in 2008

图3 大豆蚜种群动态(2009年)

Fig.3 Population dynamics of *Aphis glycines* in 2009

大,从而使高峰期的蚜量都显著高于2008年和2009年。

2.3 扩散动态

调查发现从田间发现大豆蚜开始3~5周,大豆蚜有蚜株率达到100%。全田发生的状态维持3~5周,在8月中旬有蚜株率开始下降,至9月中下旬全田无虫(图5)。发生初期的大豆蚜具有很强的趋嫩性,主要集中在植株顶端的嫩叶上繁殖。随着大豆的生长和大豆蚜数量的增长,大豆蚜开始向全株扩散,由心叶危害逐渐转成全株危害。在发生的高峰期之前,7月下旬调查发现大豆蚜主要集中在下部叶片。在8月初蚜量下部比重减

少。整个生长期大豆蚜主要在叶部危害,当蚜量过多时会有一部分转至嫩茎上,后期在嫩莢上为害。

2.4 聚集度指标分析

对2008年整个发生期大豆蚜的田间分布格局进行分析。利用Excel算出每次调查的数据平均值($\bar{x}$)和方差(S^2),经过DPS计算出各种聚集度指标。根据空间分布型的测定条件,当聚集指标 $I > 0$ 、 $m^*/m > 1$ 、 $Ca > 0$ 、 $C > 1$ 时种群为聚集分布。分析结果表明在整个大豆生长期大豆蚜在田间的分面格局均表现为聚集分布(表1)。

表 1 大豆蚜在不同时期的聚集度指标(2008 年)

Table 1 Assembling indices of *Aphis glycines* in different period in 2008

日期 Date	$\bar{x}$	S^2	m^*	I	m^*/m	Ca
6-19	0.04	0.08	1.040	1.000	26.000	25.000
6-26	0.06	0.10	0.727	0.667	12.111	11.111
7-3	0.44	2.24	4.531	4.091	10.298	9.298
7-10	14.17	308.57	34.946	20.776	2.466	1.466
7-17	58.93	1439.70	82.361	23.431	1.398	0.398
7-24	130.64	3703.82	157.991	27.351	1.209	0.209
7-31	219.80	5912.79	245.701	25.901	1.118	0.118
8-7	112.46	2180.34	130.848	18.388	1.164	0.164
8-14	2.83	3.13	2.936	0.106	1.037	0.037
8-21	1.82	10.89	6.804	4.984	3.738	2.738
8-28	0.18	0.31	0.902	0.722	5.012	4.012
9-4	0.08	1.60	19.080	19.000	238.500	237.500

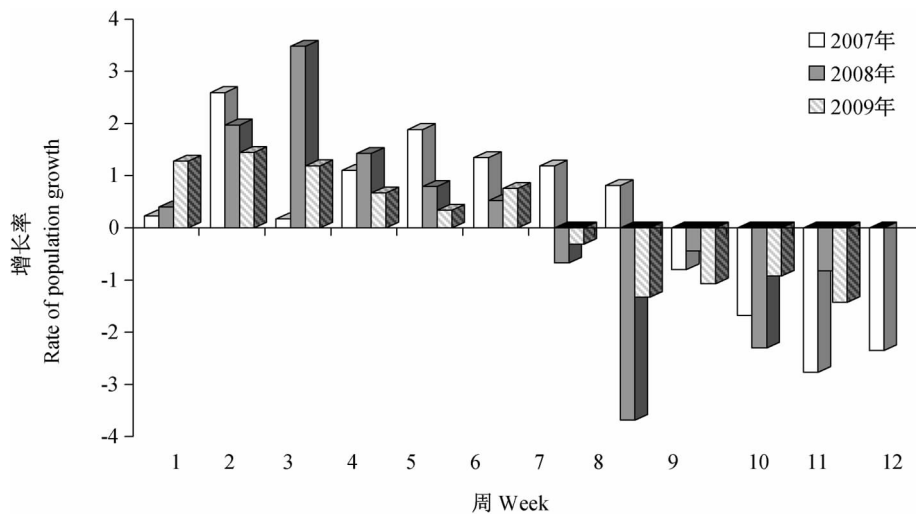


图 4 大豆蚜种群周增长率

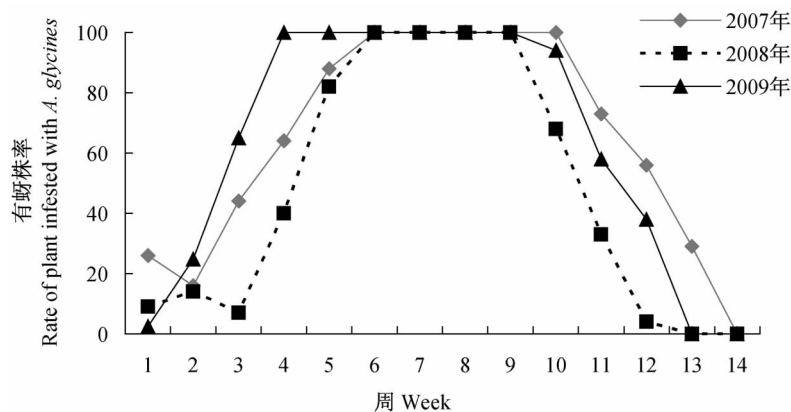
Fig. 4 Rate of population growth of *Aphis glycines*

图 5 大豆有蚜株率

Fig. 5 Rate of plant infested with *Aphis glycines*

进一步建立回归关系方程: $m^* = 7.14758 + 1.11200m$, $r = 0.9955$; 方程中的 $\beta > 1$, 表明大豆蚜在田间的分布型为聚集分布, $\alpha > 0$ 说明种群分布的基本成分为个体群, 个体之间表现为相互吸引。同样以 Taylor 幂法则 ($\lg(v) = \lg a + b \lg(m)$) 建立的方程为 $\lg(v) = 0.75017 + 1.27818 \lg(m)$, $r = 0.9774$, $b > 1$ 证明大豆蚜的分布型为聚集分布。

3 讨论

大豆蚜在黑龙江大豆主产区每年均有发生, 是大豆上的重要害虫, 2004 年发生面积达到了 139.3 万 hm^2 , 造成严重的经济损失(王春荣等, 2005)。明确大豆蚜的种群发生动态规律, 对当地的大豆蚜害的测报和防治具有重要的意义。本研究表明黑龙江大豆蚜种群发生的高峰期是在 7 月末至 8 月初, 有翅蚜高峰期会稍有提前呈单峰值。2007 年的大豆蚜发生的情况表明, 蚜虫出现较早的年份如果还有较高的蚜量有可能造成蚜害的大发生。有蚜株率的变化一定程度上反映了大豆蚜在田间的扩散动态, 本研究发现从田间出现大豆蚜开始到整个大田发生有蚜株率达到 100%, 要经历 3~5 周的时间, 如果在大豆蚜全田发生前进行防治将会有效控制种群的扩散, 从而减轻危害。结合调查的结果, 在大豆蚜发生后的 5 周内进行防治将会取得很好的效果。

蚜虫的空间分布型可揭示种群的行为习性、环境因子等叠加的影响(李丹等, 2010)。本研究对整个大豆生长季内大豆蚜的空间分布型进行了分析检验, 通过各项聚集度参数的对比和回归方程的分析, 结果表明在整个生长季内大豆蚜都呈聚集分布。根据这一特点, 可在大豆蚜发生初期采取点片防治的办法。这样既可以提高防治效率又可以减小对天敌的影响。同时, 空间分布型的

研究也为估计种群密度, 确定防治指标的抽样调查提供了技术依据。

本研究中发现大豆蚜在田间发生 5~7 周后种群增长率开始下降, 时值 7 月份, 较高的气温和频繁的降水可能是导致种群增长率下降的原因之一。但是, 这一情况并未在之后的气温回调和降水减少而改变。现有的研究结果表明, 大豆蚜的种群动态与大豆的生长阶段也没有显著的相关性(Rutledge and O'Neil, 2006)。对于造成大豆蚜种群下降的真正原因还有待于进一步研究。

参考文献 (References)

- 陈敦德, 熊尚玖, 李宗友, 1989. 农作物病虫害统计方法及应用. 成都: 四川科学技术出版社. 41—52.
- 李丹, 赵惠燕, 胡想顺, 2010. 蚜虫种群时空分布动态模型. 生态学报, 30(18): 4986—4992.
- 李长松, 罗瑞梧, 杨崇良, 沿佑芬, 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.
- Ragsdale DW, Voegtlin DJ, O'Neil RJ, 2004. Soybean aphid biology in North America. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97(2): 204—208.
- Rutledge CR, O'Neil RJ, 2006. Soybean plant stage and population growth of soybean aphid. *J. Econ. Entomol.*, 99(1): 60—66.
- 史树森, 伊伯仁, 李殿申, 于艳杰, 1994. 大豆蚜自然种群空间动态的研究. 吉林农业大学学报, 16(S1): 75—79.
- 唐启义, 冯明光, 2002. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社. 202—203.
- 王春荣, 邓秀成, 殷立娟, 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. 大豆蚜虫对大豆生长和产量影响的试验. 大豆科学, 15(3): 243—247.
- 张履鸿, 1993. 农业经济昆虫学. 哈尔滨: 哈尔滨船舶工程学院出版社. 211—215.

大豆蚜自然天敌种群动态及其控蚜作用研究^{*}

李学军^{1**} 郑 国¹ 王淑贤¹ 邢 星² 李 艳² 于广文² 尤广兰³

(1. 沈阳师范大学 辽宁省生物进化与生物多样性重点实验室 沈阳 110034;

2. 岫岩县农业技术推广中心 岫岩 114300; 3. 建平县农业技术推广中心 建平 122400)

摘 要 2008—2010 年间, 分别在辽东山区和辽西半干旱丘陵地区设置试验田, 采用系统调查的方法, 对大豆蚜 *Aphis glycines* Matsumura 自然天敌种群动态及控蚜作用进行研究。共鉴定辽宁地区大豆蚜天敌 7 目、16 科、44 种, 其中优势天敌异色瓢虫 *Leis axyridis* (Pallas) 居首位。田间试验结果表明, 大豆蚜天敌田间消长表现连续 6 个阶段, 即初见期、波动期、上升期、盛期、下降期和消退期; 田间 3 年平均大豆蚜数量与天敌(天敌单位) 总体呈极显著的相关关系, 各年度百株蚜量与天敌单位也均呈极显著相关关系。辽东地区天敌跟随紧密并随蚜虫数量变化波动, 具有明显的自然控蚜作用。其中, 7 月 11—21 日天敌发生盛期与蚜虫高峰期吻合, 蚜虫急剧下降; 7 月下旬后, 受高温、多雨、蚜霉菌作用、植株老化等影响, 蚜虫种群逐步下降、消退, 天敌也陆续迁出豆田。辽西地区天敌迁入豆田比蚜虫晚 10~15 d, 对前期蚜虫控制弱, 且天敌峰期滞后蚜虫 5 d 左右, 一般年份蚜虫发生较重。

关键词 大豆蚜, 自然天敌, 种群动态, 控蚜作用

The population dynamics and control effect of important natural enemies of the soybean aphid, *Aphis glycines*

LI Xue-Jun^{1**} ZHENG Guo¹ WANG Shu-Xian¹ XING Xing²

LI Yan² YU Guang-Wen² YOU Guang-Lan³

(1. Liaoning Key Laboratory of Biodiversity and Evolution, Shenyang Normal University, Shenyang 110034, China;

2. Agricultural Technology Extension Center of Xiuyan 114300, Liaoning, China;

3. Agricultural Technology Extension Center of Jianping 122400, Liaoning, China)

Abstract The population dynamics and the control effect of important natural enemies of the soybean aphid were systematically investigated during 2008 to 2010 in mountain regions of eastern Liaoning Province and semi-arid hill regions of western Liaoning Province, China. Forty four species of natural enemies from 16 families and 7 orders were identified, among which *Leis axyridis* (Pallas) was the dominant species. The results of field experiments indicate that populations of important natural enemies of aphids in soybean fields went through six consecutive stages; initial, fluctuating, rising, peak, declining and subsiding. Significant positive correlations were found between the mean population size of soybean aphids and overall numbers of their natural enemies in three years. A significant sub-annual correlation was also found between the overall number of natural enemies and the aphid population per 100 plants. In eastern Liaoning, the population dynamics of natural enemies fluctuated closely with those of soybean aphids, suggesting that the former had a significant controlling effect on the latter. The population peaks of natural enemies and soybean aphids were well matched from 11 to 21 of July, resulting in a sharp decline in soybean aphids after that period. After late July, soybean aphid numbers declined gradually due to high temperature and rainfall, fungal infections and plant aging effects which caused their natural enemies to progressively move out of soybean fields. In western Liaoning, natural enemies moved into soybean fields 10 to 15 days later than soybean aphids and consequently had a relatively weak controlling effect on early soybean aphids. Populations of natural enemies also peaked about 5 days later than that of the soybean aphids resulting in relatively serious infestations of soybean aphids in this region.

^{*} 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项经费资助(201103022、200803002)。

^{**} E-mail: lixj7890@yahoo.com.cn

收稿日期: 2011-09-15, 接受日期: 2011-10-10