应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2016, 53(4): 723−730. DOI: 10.7679/j.issn.2095−1353.2016.090

马铃薯-大豆、玉米-大豆邻作对大豆田主要刺吸式害虫以及其他害虫的种群动态影响*

韩岚岚** 王 坤** 李东坡 张雯林 程 媛 赵奎军***

（东北农业大学农学院，哈尔滨 150030）

摘 要 **【目的】** 大豆蚜 *Aphis glycines* (Matsumura) 是危害我国大豆产量的重要刺吸式害虫，茄无网蚜 *Acyrthosiphon solani*（Kaltenbach）是近年来在大豆田发生逐渐呈上升趋势的刺吸式害虫，蚜虫的发生动态严重影响大豆的产量和品质，本试验调查了马铃薯-大豆、玉米-大豆邻作种植模式对大豆田刺吸式害虫及其他主要害虫的种群动态的影响，为精准使用农药防控蚜虫提供依据。**【方法】** 采用系统调查的方法，研究大豆田刺吸式害虫以及天敌的种群动态，在哈尔滨香坊农场进行马铃薯-大豆、大豆-玉米邻作的种植模式，对其大豆田中大豆蚜、茄无网蚜等刺吸式口器的害虫及天敌动态发生数量进行调查。**【结果】** 2014 年与 2015 年玉米-大豆、马铃薯-大豆种植模式的大豆田中的大豆蚜数量明显低于对照田，2014 年玉米-大豆差异更显著，2015 年马铃薯-大豆差异性显著。2014 年与 2015 年玉米-大豆、马铃薯-大豆邻作种植模式的大豆田中的茄无网蚜数量显著低于对照田。而 2014 年 8 月温度低于 2015 年虫量相对高于 2015 年，虫量高时天敌总群动态也相对较高，达到调控作用。**【结论】** 玉米-大豆、马铃薯-大豆邻作种植模式能够起到减少大豆蚜和茄无网蚜的为害的作用，并能够减少农药的使用量。

关键词 大豆蚜，茄无网蚜，马铃薯-大豆，玉米-大豆，种群动态

Effects of the potato-soybean, and maize-soybean, intercropping modes on the population dynamics of the main piercing-sucking pests, and other pests, in soybean fields

HAN Lan-Lan** WANG Kun** LI Dong-Po
ZHANG Wen-Lin CHENG Yuan ZHAO Kui-Jun***

(College of Agriculture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract [Objectives] *Aphis glycines* (Matsumura) is an important piercing-sucking pest that causes significant losses to soybean production in China, while *Acyrthosiphon solani* (Kaltenbach) is another piercing-sucking pest that has become the focus of increasing interest in recent years. The yield and quality of soybeans is closely related to the population dynamics of the aphids that feed on them. This research explores the effects of potato-soybean-maize intercropping on the population dynamics of piercing-sucking pests, and other main pests, in soybean fields in order to provide guidance for using pesticides to control aphids. **[Methods]** Systematic investigations of the population dynamics of piercing-sucking pests and their predators in soybean fields were conducted in Xiangfang farm, Harbin in 2014 and 2015. The statistical significance of differences between treatments was assessed using Duncan's new multiple range method in DPS. Data were analyzed with single factor analysis in SPSS. **[Results]** Numbers of soybean aphids in two intercropped fields were significantly lower than in a monoculture field. In 2014, this difference appeared more significant in the maize-soybean field but in 2015 the potato-soybean fields appeared to have the lowest pest abundance. Numbers of *A. solani* in the two intercropped fields were

*资助项目 Supported projects：现代农业产业技术体系建设专项资金(CARS-04)；公益性行业(农业)专项基金(201103002)

**第一作者 First author，E-mail：hanll_neau@aliyun.com；598700913@qq.com

***通讯作者 Corresponding author，E-mail：kjzhao@163.com

收稿日期 Received：2016-04-19，接受日期 Accepted：2016-07-17

also significantly lower than in the monoculture fields. In both years, higher temperatures were followed by an increase in pest populations. However, although the temperature in August, 2014 was lower than that in 2015, the number of insects increased but was regulated by increased predator abundance. **[Conclusion]** Maize-soybean and potato-soybean intercropped fields can decrease the losses caused by the soybean aphid and *A. solani*, and can also reduce the usage of pesticides.

Key words *Aphis glycines*, *Acyrthosiphon solani*, potato- soybean, corn-soybean, population dynamics

大豆蚜 *Aphis glycines* （Matsumura）是影响大豆产量和质量的重要刺吸式害虫，已经成为广泛关注的世界性大豆害虫（Liu *et al.*，2004；Tilmon *et al.*，2011）。茄无网蚜 *Acyrthosiphon solani*（Kaltenbach）是近年来在大豆田发生呈上升趋势的刺吸式害虫。目前，对大豆蚜和茄无网蚜的防治仍是以化学药剂为主，农药的过度使用增强了害虫的抗性，残留多，污染环境，造成一定的防治弊端（Van Emden and Williams，1974；Murdoch，1975；Altieri and Letourneau，1982）。为了减少农药对环境的污染，就要进一步了解大豆蚜、茄无网蚜等害虫及天敌在田间发生的情况，以便确定防治的方法及防治时期。目前，利用生物多样性控制害虫取得了一定的研究成果，如李学军等（2014）报道的作物多样性种植有利于蚜虫的控制，玉米与水稻间作，大豆和玉米间作可以有效控制蚜虫的发生，油菜-小麦邻作有利于麦蚜天敌向麦田转移控制蚜虫数量（费晓东等，2011）。还有大豆套作大蒜，毛葱（杨晓贺等，2014），棉花-苜蓿间作（Lin *et al.*，2003），对田间害虫的控制。安昕等（2011）研究结果表明，玉米与甘蓝以 2∶4 带型间作种植后，小菜蛾虫口密度明显低于其 1∶4 带型及其他种植模式。玉米与辣椒以 2∶4 带型种植后，间作辣椒蚜虫及棉铃虫虫口密度低于辣椒田，近年来，赵紫华等（2012）对邻间套作不同尺度空间和农业景观不同生境界面对害虫的调控也做了相应研究，进一步在生态方向控制害虫。

本试验对大豆-玉米、大豆-马铃薯邻作的种植模式对其邻作的大豆田大豆蚜、茄无网蚜等主要刺吸式害虫的种群发生规律进行调查，分析了马铃薯-大豆、玉米-大豆种邻作植模式对大豆蚜和茄无网蚜发生情况的影响，旨为大豆蚜等刺吸式害虫的农田生态防治技术研究提供理论依据，同时也为合理精准使用农药，减少农药的过度使用提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验地点与材料

黑龙江省哈尔滨市东北农业大学香坊农场实验实习基地进行，供试地块面积 5 hm^2，大豆生长发育期内均未施用任何化学杀虫剂。

供试大豆品系东农 42（东北农业大学大豆研究所提供）

1.2 试验设计

将 5 hm^2，大豆田 3 hm^2，玉米田和马铃薯各为 1 hm^2，大豆两侧分别种植玉米和马铃薯，每 0.3 hm^2 大豆田设为 1 次重复，共 5 次重复（图 1）。在随机的基础上选择植株间距离相差不大的地点进行定点调查，每次重复选取 10 株大豆整株调查，记录发现的所有昆虫种类及数量。

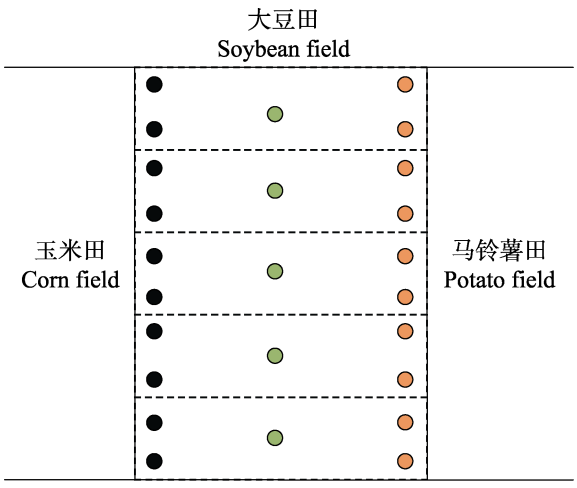


图 1 试验设计图
Fig. 1 Test design chart

每点取 10 株大豆调查。
Each point take ten srtains of soybean to survey.

1.3　田间调查方法

大豆植株上的昆虫调查采用五点法，从大豆两叶期开始调查至大豆收获，从 6 月末开始至 9 月初结束，每 7~10 d 调查一次，若有下大雨情况推迟 1 d。调查前，先观察并记录在植株上飞行的昆虫种类，分别记录大豆蚜数量和天敌种类与数量，计算有蚜株率和百株蚜量。

1.4　昆虫种类鉴定

昆虫鉴定参照陈庆恩和白金铠（1987）主编的《中国大豆病虫图志》、李照会（2002）主编的《农业昆虫鉴定》、何振昌（1997）主编的《中国北方农业害虫原色图鉴》、中国农业科学院（1979）主编的《中国农作物病虫图谱》及袁锋和周尧（2002）主编的《中国动物志昆虫纲》等。

1.5　统计分析

将试验数据进行整理，统计 10 株大豆上的大豆蚜和茄无网的数量，采用 DPS 进行 Duncan 氏新复极差法比较各处理之间的显著性差异分析，统计百株大豆的蚜虫数量和天敌数量，利用 SPSS 软件进行试验数据单因素分析。

2　结果与分析

2.1　邻作对大豆田的刺吸式害虫种群动态的影响

2.1.1　邻作对大豆蚜虫的种群动态的影响　田间调查结果分析表明（图 2），2014 年大豆蚜数量在 8 月 16 日达到最大值，对最高峰当日数据进行差异性分析，结果显示，马铃薯-大豆、玉米-大豆邻作种植模式的大豆田中的大豆蚜数量低于对照田中的大豆蚜的数量，对照田中的大豆蚜的数量最高值达到 360 头/10 株；玉米-大豆邻作种植模式的大豆田中的大豆蚜数量显著低对照田中的大豆蚜的数量。而 2015 年大豆蚜数量在 8 月 1 日达到最高峰，在对照田中的大豆蚜的

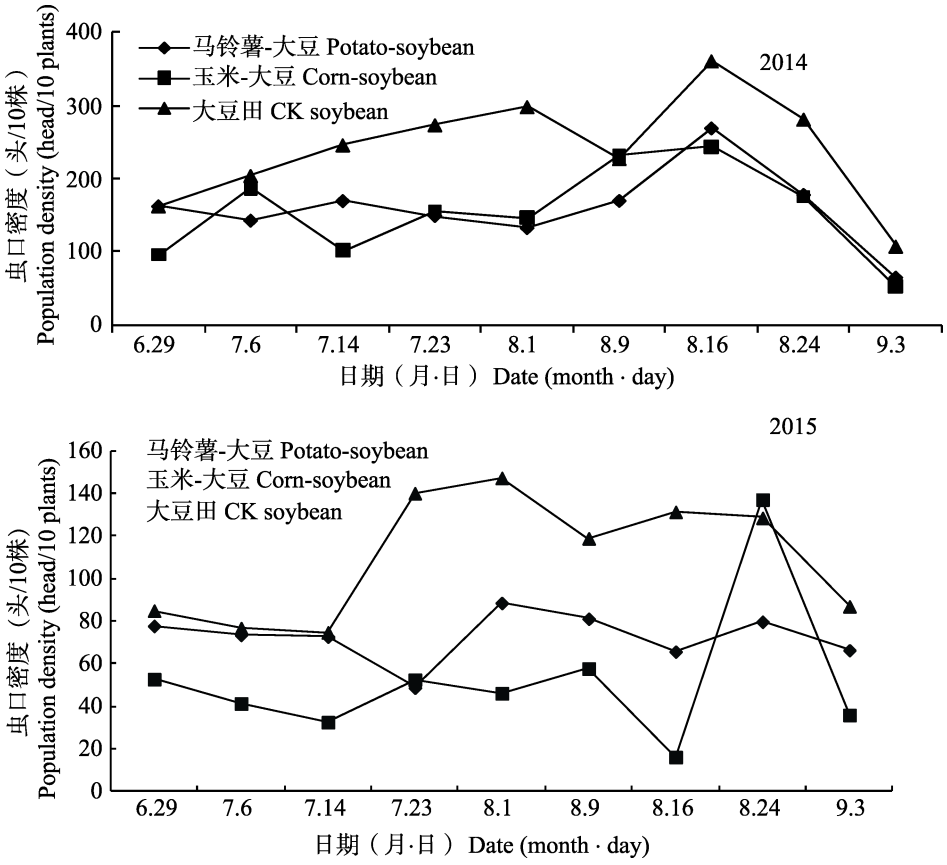


图 2　马铃薯-大豆、玉米-大豆邻作的大豆田中的大豆蚜种群动态

Fig. 2　Population dynamics of soybean aphid with potato-soybean, maize-soybean intercrop in soybean fields

数量最高达到 147 头/10 株，马铃薯-大豆种植模式的大豆田中的大豆蚜数量为 88 头/10 株，玉米-大豆种植模式的大豆田中的大豆蚜数量为 46 头/10 株，在 8 月 24 日在玉米-大豆邻作种植模式的大豆田中的大豆蚜为 137 头/10 株，马铃薯-大豆邻作种植模式的大豆田中的大豆蚜为 80 头/10 株，经差异性显著分析，马铃薯-大豆邻作种植模式的大豆田中的大豆蚜数量与对照田中的大豆蚜数量差异性显著。

比较 2014、2015 年两种邻作种植模式及对照田中的大豆蚜动态发趋势表明，大豆蚜在 3 种植模式中的发生趋势是一致的，只是对照田中的大豆蚜发生的数量要高于邻作种植模式的大豆田中的大豆蚜发生数量（图 2）。

2.1.2 邻作对茄无网蚜种群动态的影响 2014 年与 2015 年田间调查分析结果表明（图 3），茄无网蚜的最高峰分别出现在 2014 年 7 月 14 日和 2015 年 8 月 24 日，在对照田中的茄无网蚜的数量最高，2014 年数量为 49 头/10 株、2015 年为 35 头/10 株，在整个调查时期，玉米-大豆种植模式的大豆田中的茄无网蚜数量均低于对照田中的茄无网蚜的数量，在 2014 年 7 月 14 日降到最低 2 头/10 株。2015 年在 7 月末马铃薯-大豆种植模式，玉米-大豆种植模式的大豆田中的茄无网蚜的数量只有 4 头/10 株，而对照田中的茄无网蚜的数量为 14 头/10 株，明显高于两种邻作模式的大豆田中的茄无网蚜的数量。

比较 2014、2015 年两种邻作种植模式及对照田中的茄无网蚜动态发趋势表明，茄无网蚜在 3 种植模式中的发生趋势是一致的，只是对照田中的茄无网蚜发生的数量要高于邻作种植模式的大豆田中的大豆蚜发生数量，2014 年茄无网蚜发

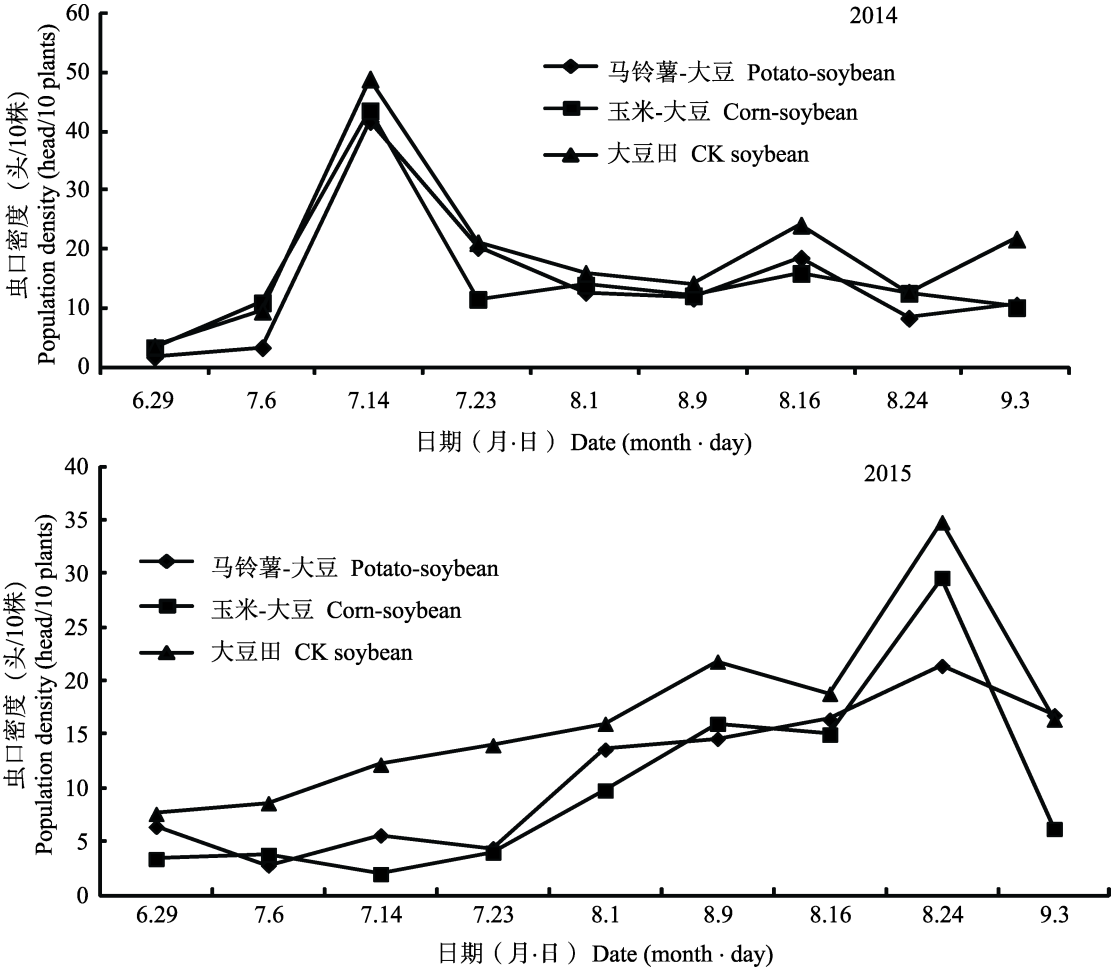


图 3 马铃薯-大豆、玉米-大豆邻作茄无网蚜种群动态

Fig. 3 Population dynamics of *Acyrthosiphon solani* with potato-soybean, maize-soybean intercrop

生的高峰期在 7 月中旬，而 2015 年茄无网蚜发生的高峰期在 8 月下旬（图 3），这主要是由于 2014 年 6 月份的平均温度比 2015 年 6 月份的温度高，而 2014 年 8 月、9 月份的平均温度比 2015 年 8 月、9 月份的平均温度低造成的。

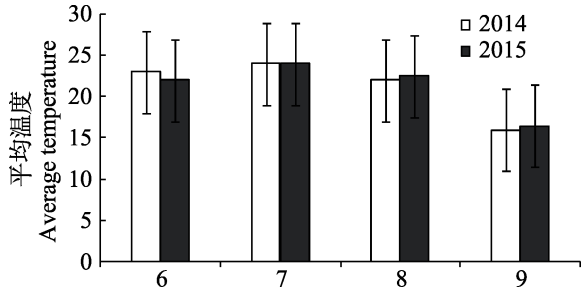


图 4　2014，2015 年 6—9 月温度变化
Fig. 4　Temperature variation between June-September in 2014-2015

2.2　邻作模式大豆田大豆蚜与茄无网蚜的种群动态变化

从图 2、图 3、图 5 可知，2014 年，对照田中大豆蚜发生数量在 6 月末至 8 月 1 日期间呈上升趋势，8 月 1 日至 8 月 9 日大豆蚜呈下降趋势，随后再次上升在 8 月 16 日达到第 2 次的高峰后下降；而两种邻作模式的大豆田中的大豆蚜发生数量在 6 月末至 8 月 1 日期间均处于对照田中大豆蚜数量的 1/3~1/2 处波动，8 月 1 日后开始呈上升趋势，至 8 月 16 日也达到第 2 次的高峰后下降，但两种邻作模式的大豆田中的大豆蚜发生数量在各个时期均明显低于对照田中大豆蚜发生数量。

2014 年，两种邻作种植模式的大豆田中茄无网蚜发生数量均在 6 月末开始呈上升趋势，至 7 月 14 日达到高峰，之后均呈下降趋势。2015 年，两种邻作种植模式的大豆田中的大豆蚜与茄无网蚜发生数量从 6 月末开始都呈现上升趋势，在 8 月末达到高峰之后下降，两种邻作模式的大豆田中的大豆蚜、茄无网蚜发生数量在各个时期均明显低于对照田中大豆蚜发生数量。且 2015 年大豆蚜和茄无网蚜在两种邻作种植模式及对照田发生的数量明显少于 2014 年发生的数量。

2.3　邻作对大豆田主要害虫总量种群动态的影响

从图 6、图 7 可知，2014 年大豆蚜与茄无网蚜发生总量明显高于 2015 年，2014 年天敌数量也明显增高，2014 年至 2015 年两种邻作模式的大豆田及对照田中天敌的数量也随害虫数量变化呈明显的跟随效应。2014 年与 2015 年两种邻作模式的大豆田及对照田中刺吸害虫大豆蚜、茄无网蚜、大豆蓟马为优势种群，食叶害虫双斑萤叶甲和二条叶甲为优势种群，龟纹瓢虫、蜘蛛、小花蝽为优势种群天敌。2014 年与 2015 年马铃薯-大豆、玉米-大豆邻作种植模式的大豆田中的害虫数量都低于对照田，马铃薯-大豆、玉米-大豆种植模式的大豆田中的天敌数量都高于对照田，两种邻作模式的大豆田及对照田害虫及天敌田间调查结果表明：马铃薯-大豆、玉米-大豆邻作种植模式都有控蚜效果，其中玉米-大豆种植模式的控大豆蚜效果更好，马铃薯-大豆种植模式控茄无网蚜效果好，邻作同时有利于天敌的跟随效应产生，能够达到邻作与天敌协同控蚜，更进一步达到对刺吸式害虫的防控。

3　讨论

植被群落的多样性与复杂性对昆虫群落的多样性有一定的影响，可以避免因作物单一造成某些害虫的猖獗发生（尤民生等，2004）。本研究是通过比较分析马铃薯-大豆、玉米-大豆邻作的两种种植模式的大豆田与对照田的主要刺吸式害虫发生数量的动态变化，可知这两种邻作的种植模式能够减少其主要刺吸类害虫大豆蚜和茄无网蚜的发生数量。其中 2014 年 7 月气温比 2015 年高，所以虫量首先达到高峰期，2015 年 8 月温度高于 2014 年，而 2015 年 8 月害虫数量低于 2014 年，这主要是由于哈尔滨 2015 年 8 月雨水较大降低了虫量的发生。两年数据均表明，天敌的数量也随害虫数量变化呈明显的跟随效应（戴长春等，2009），邻作的大豆田中的害虫数量都明显低于对照田，而主控天敌中小花蝽、蜘蛛都明显高于对照田，玉米-大豆邻作种植模式的大豆田中的双斑萤叶甲数量都呈现偏高现象，可能是高温少雨，干旱都能引起玉米田双斑萤叶甲的发生，导致虫量的增多。

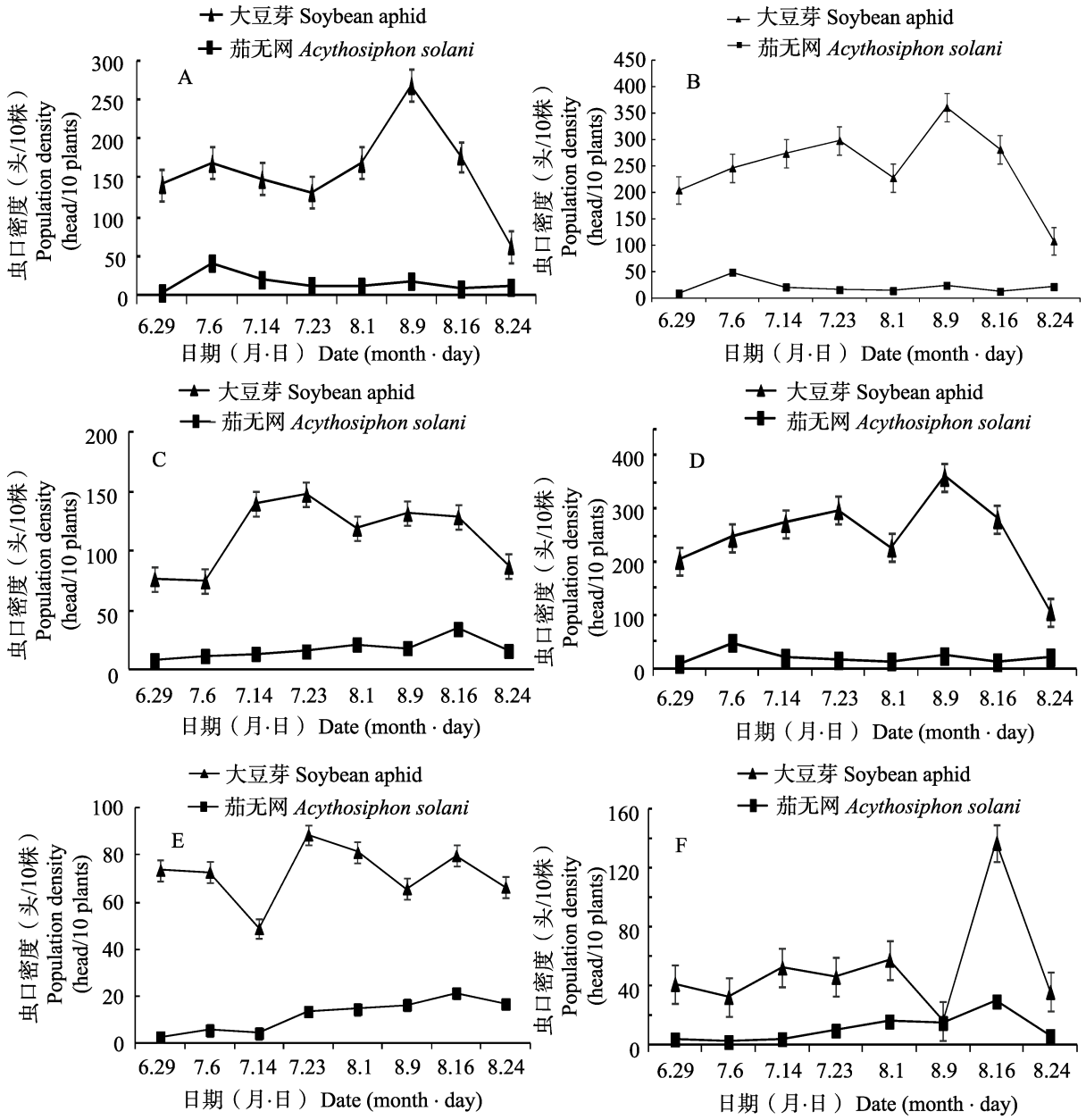


图 5　2014 年、2015 年马铃薯-大豆、玉米-大豆邻作的大豆田不同时期的大豆蚜与茄无网种群动态

Fig. 5　Population dynamics of *Aphis glycines* and *Acyrthosiphon solani* in different period with potato-soybean、maize-soybean intercrop in soybean field

A. 2014 年马铃薯-大豆模式；B. 2014 年玉米-大豆模式；C. 2014 年对照田；D. 2015 年对照田；
E. 2015 年马铃薯-大豆种植模式; F. 2015 年玉米-大豆模式。

A. Potato-soybean intercrop in soybean field in 2014; B. Maize-soybean intercrop in soybean field in 2014;
C. Soybean field (CK) in 2014; D. Soybean field (CK) in 2015;
E. Potato-soybean intercrop in soybean field in 2015; F. Maize-soybean intercrop in soybean field in 2015.

利用作物多样性和不同的空间尺度的种植模式以及不同农业景观的搭配来控制刺吸式害虫，不仅可以达到调节生态平衡，也能给天敌提供一个良好的环境，增加天敌的丰富度，降低环境污染，增加植物多样性。虽然到目前为止只是一个比较有效的方法，但随着我们的研究与发展，在害虫的预防与防治中生物多样性将会有更大的作用。

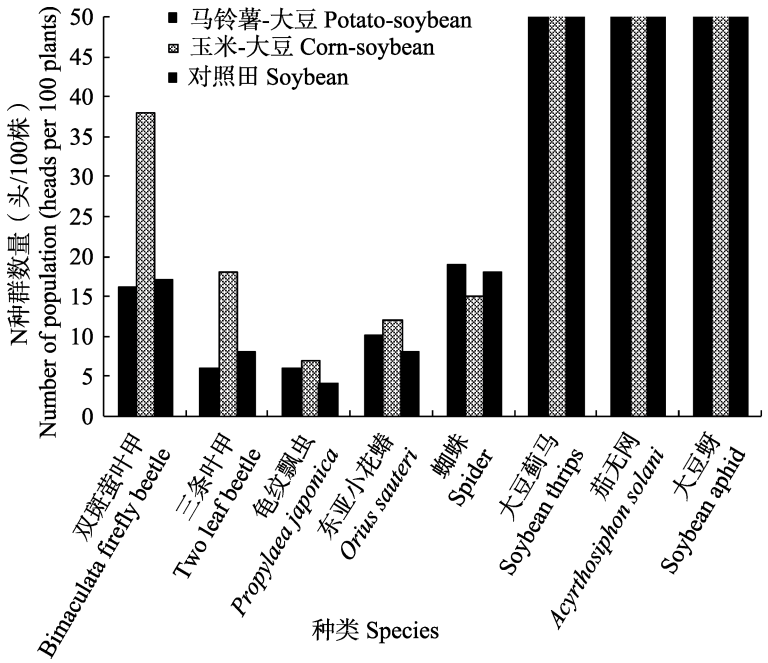


图 6　2014 年害虫与天敌总量种群动态

Fig. 6　Total population dynamics of pests and predators in 2014

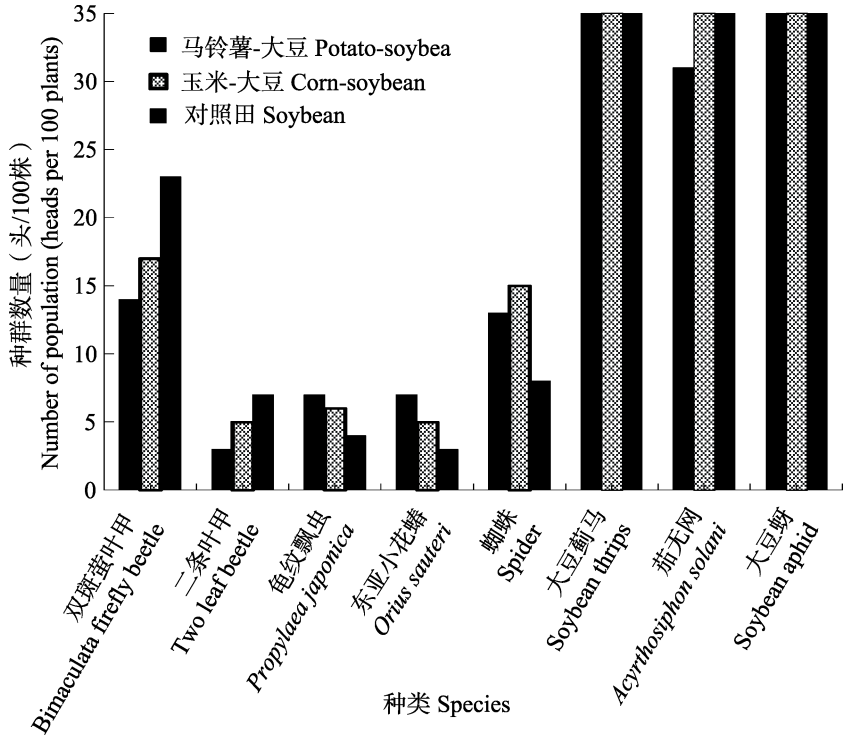


图 7　2015 年害虫与天敌总量总群动态

Fig. 7　Total population dynamics of pestsand predators in 2015

参考文献 (References)

Altieri MA, Letourneau DK, 1982. Vegetation management and biological control in agroccosystems. *Crop Protection*, 4(1): 405–430.

An X, Dai P, Wu BZ, 2011. Sweet corn intercropping vegetables on the control of major pests. *Yunnan Agricultural University*, 26 (4): 449–453. [安昕, 代平, 吴伯志, 2011. 甜玉米间作蔬菜对主要

病虫害的控制作用研究. 云南农业大学学报, 26(4): 449–453.]

Chen QE, Bai JK, 1987. China Soybean Pest Map. Jilin: Jilin Science And Technology Publishing House. 21–26. [陈庆恩,白金铠, 1987. 中国大豆病虫图志. 吉林: 吉林科学技术出版社. 21–26.]

Chinese Academy of Agricultural Sciences, 1979. Chinese Crop Pests and Diseases Map. Beijing: China Agriculture Press. 55–58. [中国农业科学院, 1979. 中国农作物病虫图谱. 北京: 农业出版社. 55–58.]

Dai CC, Zhao KJ, Liu J, 2009. Soybean soybean aphid natural enemies of insect community structure Tanaka analysis. *Chinese Bulletin of Entomology*, 46 (1): 82–85. [戴长春, 赵奎军, 刘健, 2009. 大豆田中大豆蚜天敌昆虫群落结构分析. 昆虫知识, 46(1): 82–85.]

Fei XD, Li C, Zhang QW, 2011. Canola - wheat o modes of wheat aphid population dynamics of main natural enemy and wheat production. *Journal of Plant Protection*, 37(6): 186–190. [费晓东, 李川, 张青文, 2011. 油菜-小麦邻作模式对麦蚜主要天敌种群动态以及小麦生产的影响. 植物保护学报, 37(6): 186–190.]

He ZC, 1997. Chinese North Agricultural Pests Techni. Shenyang: Liaoning Science and Technology Publishing House. 23–25. [何振昌, 1997. 中国北方农业害虫原色图鉴. 沈阳: 辽宁科学技术出版社. 23–25.]

Liu J, Wu KM, Hopper KR, Zhao KJ, 2004. Population dynamics of *Aphis glycines* (Homoptera: Aphididae) and its natural enemies in soybean in northern China. *Ann. Entomol. Soc. Ann*., 97(2): 235–239.

Li XJ, Zheng G, Xu B, 2014. Soybean planting patterns and natural enemies in different synergistic effect on soybean aphid control study. *Shenyang Normal University*, 32(2): 129–134. [李学军, 郑国, 许彪, 2014. 大豆不同栽培模式与天敌协同对大豆蚜控制作用研究. 沈阳师范大学学报, 32(2): 129–134.]

Lin R, Liang H, Zhang R, 2003. Impact of alfalfa/cotton intercropping and management on some aphid predators in China. *Journal of Applied Entomology*, 127(1): 33–36.

Li ZH, 2002. Identification of Agricultural Insects. Beijing: China Agriculture Press. 35–38. [李照会, 2002. 农业昆虫鉴定. 北京: 中国农业出版社. 35–38.]

Murdoch WW, 1975. Diversity, stability and pest control. *Appl. Ecol.*, 12(3): 795–807.

Tilmon KJ, Hodgson EW, Oneal ME, Ragsdale DW, 2011. *Aphis glycines* (Hemiptera: Aphididae) in the United States. *Journal of Integrated Pest Management*, 2(2): 1–7.

Van Emden HF, Williams GF, 1974. Insect stability and diversity in agro-ecosystems. *Annu. Rev. Entomol.*, 19: 455–475.

Yang XH, 2014. Soybean intercropping garlic, onion prevention and control of soybean aphid research. *Journal of Agricultural Science*, 4 (7): 26–28. [杨晓贺, 2014. 大豆套作大蒜、毛葱防控大豆蚜研究初探. 农学学报, 4(7): 26–28.]

You MS, Liu YF, Hou YM, 2004. Farmland biodiversity and pest IPM. *Journal of Ecology*, 24 (1): 117–122. [尤民生, 刘雨芳, 侯有明, 2004. 农田生物多样性与害虫综合治理. 生态学报, 24(1): 117–122.]

Yuan F, Zhou Y, 2002. Chinese Animal Insecta. Beijing: Science Press. 47–50. [袁锋, 周尧, 2002. 中国动物志昆虫纲. 北京: 科学出版社. 47–50.]

Zhao ZH, Gao F, He DH, Ge F, 2015. The multi-scale space pest ecological control theory and application. *Chinese Science, Life Science*, 45(8): 755–767. [赵紫华, 高峰, 贺达汉, 戈峰, 2015. 多尺度空间下害虫生态调控理论与应用. 中国科学: 生命科学, 45(8): 755–767.]

Zhao ZH, Ouyan F, He DH, 2012. The agricultural landscape in different habitats interface wheat aphids and their natural enemies of edge effect and spillover effect. *Science in China: Life Sciences*, 42(10): 825–840. [赵紫华, 欧阳芳, 贺达汉, 2012. 农业景观中不同生境界面麦蚜天敌的边缘效应与溢出效应农业景观中不同生境界面麦蚜天敌的边缘效应与溢出效应. 中国科学: 生命科学, 42(10): 825–840.]