2015 年吉林省公主岭三代黏虫的虫源分析

孙 崴[1], 程志加[2], 高月波[1*], 贺思聪[2], 周佳春[1]

(1. 吉林省农业科学院植物保护研究所, 农业部东北作物有害生物综合治理重点实验室, 公主岭 136100;
2. 吉林农业大学农学院, 长春 130118)

摘要 为了揭示 2015 年吉林省公主岭三代黏虫的虫源,为其预测预报及综合防控提供科学依据,本文基于扫描昆虫雷达观测、常规监测、轨迹模拟及天气背景学分析等研究方法,对吉林省公主岭三代黏虫的虫源来源进行了分析。结果表明:(1)因虫源基数及增殖倍数较高,二代黏虫蛾种群数量较高;(2)二代黏虫蛾迁飞以不利其回迁的西南风、南风为主;(3)观测初期未见黏虫聚集成层迁飞的现象,直至后期才见黏虫向西南方向迁飞;(4)气流和降雨是二代黏虫蛾未能有效回迁的主要原因,三代黏虫发生的虫源,是北迁的种群和本地种群共同繁殖的结果。

关键词 三代黏虫; 虫源分析; 扫描昆虫雷达

中图分类号: S 431.9 **文献标识码**: A **DOI**: 10.16688/j.zwbh.2017280

Analysis of the source of third-generation armyworm *Mythimna separata* (Walker) in Gongzhuling, Jilin Province in 2015

SUN Wei[1], CHENG Zhijia[2], GAO Yuebo[1], HE Sicong[2], ZHOU Jiachun[1]

(1. *Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northeast, Ministry of Agriculture, Institute of Plant Protection, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling* 136100, *China*;
2. *College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun* 130118, *China*)

Abstract In order to determine the source of third-generation armyworm, *Mythimna separata* in Gongzhuling, Jilin Province in 2015, and to establish a basis for prediction and comprehensive control, the source of third-generation armyworm was investigated based on the observations by scanning entomological radar, routine monitoring, trajectory analysis and weather analysis. We obtained the following results: (1) Due to the population size and proliferation rate, the population number of second-generation armyworm was high; (2) the wind directions were basically southwest and south, so the second-generation armyworm was not able to return to southern China; (3) the aerial stratification was not observed until later period, and (4) due to airflow and rainfall, the second-generation armyworm did not form an effective emigration. The source of third-generation armyworm came from local and northward migrating populations.

Key words *Mythimna separata*; trajectory simulation; scanning entomological radar

黏虫 *Mythimna separata* (Walker)是重要的农业害虫,具暴食性,常将作物叶片全部食光,咬断穗部。大发生时可对玉米、小麦、水稻、高粱等作物造成严重危害,威胁粮食安全生产[1-5]。在吉林省一年可发生两次危害,之前主要以六七月份发生的二代黏虫危害为主,三代黏虫的发生面积较少,危害程度较轻,重视程度也相对较低[6]。但近年来,随着气候及种植模式的变化,三代黏虫的发生规律出现了变化,对粮食生产造成了严重威胁[7]。2012 年三代黏虫在吉林省暴发性发生,发生面积达 37.5 万 hm^2,危害程度触目惊心[8]。2013 年三代黏虫在吉林省发生面积达 6 万 hm^2,虽不及 2012 年,但发生程度仍重于常年[9]。2015 年吉林省三代黏虫再次严重发生,据全国农业技术推广服务中心的报道,吉林省中西部地区的长春、四平、白城、通化等地发生面积达到 6.8 万 hm^2。

国内对于黏虫的研究多集中于有较长危害历史的主害代,因对三代黏虫在吉林省危害的重视程度

收稿日期: 2017-07-31 **修订日期**: 2017-08-29
基金项目: 国家公益性行业(农业)科研专项(201403031);吉林省科技发展计划资助项目(20160520030JH)
* 通信作者 E-mail:gaoyuebo8328@163.com

相对较低，对吉林省二代黏虫蛾虫源的研究较少[10-13]。吉林省农业科学院的科研人员早期的研究认为，吉林省二代黏虫成虫的发生虫源与本省以北地区发生的虫源有关，是在南迁过程中迁入繁殖，从而造成危害，本地虫源并非主体[6]。胡高等[14]基于轨迹分析及天气背景学分析，提出1980年吉林省暴发的三代黏虫虫源，来自于黑龙江省黏虫蛾的南迁及吉林省本地种群遇雨滞留。武向文[15]、潘蕾[16]提出东亚迁飞场的Pied-piper效应，指出东北二代成虫无法顺利回迁，将走向生态死角。张云慧等[17]应用轨迹模拟方法、天气背景学分析对2012年发生的三代黏虫进行了研究，认为充足的虫源、低温高湿的环境条件为三代黏虫在东北的大发生提供了重要条件，因降雨和气流的影响，二代成虫未能有效回迁，东北重灾区的虫源主要来自于本地，部分来自于华北北部。本文以2015年二代黏虫蛾峰期的常规虫情监测为基础，扫描昆虫雷达观测为技术手段，结合2015年的气象资料，采用轨迹分析及天气背景分析方法，对2015年吉林省公主岭三代黏虫发生的虫源进行了分析，以期为此世代黏虫的预测预报及综合防控提供科学理论依据。

1 材料与方法

1.1 常规监测

在公主岭市吉林省农业科学院的试验田内设置两台诱蛾器，进行二代成虫的种群动态监测。诱蛾器的设置、制作方法，成虫卵巢发育级别、交尾率的统计方法如GB/T 15798—2009《粘虫测报调查规范》所述，其中卵巢解剖为抽检，每次调查20头雌蛾，如不足20头，需全部检查。调查期为二代黏虫的发生高峰期(2015年7月15日—7月30日)。在监测时段内诱集到的黏虫成虫总量显著提高的日期作为突增日。

1.2 雷达观测、轨迹分析与天气背景分析

本研究选用我国第一台昆虫雷达——公主岭雷达，进行黏虫迁飞的观测，雷达的基本参数、指标、观测及记录方法如孙嵬等[7]所述。

轨迹分析应用NOAA(美国国家海洋及大气管理局)开发的HYSPLIT(混合单粒子拉格朗日整合轨迹)模型，在网页版(ready.arl.noaa.gov/index.php)运行[18]，选用的气象数据为1948年至今的全球再分析数据轨迹分析，起点高度设置为雷达屏幕上观测到的高度，假设黏虫顺风飞行，迁飞时间设置为19:00至次日3:00，即顺推时间以19:00为起始时间，逆推时间以3:00为起始时间，飞行持续时间为8 h。利用ArcGis10.2软件制图显示。

气象数据来自于美国国家环境预报中心(NCEP)和美国国家大气研究中心(NCAR)联合提供的1948年至今的全球再分析数据，数据为每日记录4次，根据需要下载850 hpa(海拔约1 500 m)或者925 hpa(海拔约700 m)的风场u分量，v分量、温度等数据，利用GRADS软件读取相关信息[19]。在中国气象科学数据共享网下载逐日的降水资料。

2 结果与分析

2.1 虫源信息

如表1所示，二代黏虫成虫期诱蛾量较高，二代高峰期10 d(7月19日—7月28日)诱蛾数量达到305头，相当于一代高峰期10 d(5月29日—6月7日)诱蛾量185头的1.65倍。7月27日之前，卵巢发育级别以低级别为主，主要是1级、2级。7月29日之后，卵巢发育各级别均有分布，较高级别的卵巢发育表明雌性成虫已产卵。交尾率呈现逐渐升高的趋势，7月26日之后的调查中，交尾率均为100%。吉林省20:00的925 hpa等压面显示，7月17日—7月28日上空主要为南风、西南风、东南风，7月29日与7月30日始见有利于黏虫回迁的东北风。2015年7月15日—7月30日降雨量为95 mm，为近5年来同期降雨量强度最低的一个年度(2011年:123 mm;2012年:366 mm;2013年:667 mm;2014年:629 mm)。

2.2 虫源地分析

7月19日调查，诱蛾器中的虫量突增，共诱蛾107头，卵巢发育级别以低级别为主，主要为1级，交尾率为7.7%。虫源组成为本地虫源及外来虫源总和。雷达的回波高度主要集中于300 m以下，将逆推点高度设置为200 m、300 m，8 h的轨迹回推显示外来虫源地主要位于辽宁铁岭附近(图1)。7月18日20:00，吉林省925 hpa等压面上盛行2～4 m/s的东南风，为黏虫向北迁飞提供了运载气流，等温线的温度范围在22～24℃之间(图2)。7月19日2:00吉林省925 hpa高度上无明显下沉气流(图3)。对迁入的黏虫再进行1 d的轨迹顺推分析显示，黏虫将向东北方向迁飞至农安附近。

表 1　2015 年吉林公主岭二代黏虫成虫发生期间的监测信息

Table 1　Monitoring information during the period of second-generation armyworm

调查日期/月-日 Sampling date	诱蛾数量/头 Number of trapped moths	卵巢发育级别 Ovarian development status					交尾率/% Mating rate	风向 Wind direction	降水量/mm Rainfall
		1	2	3	4	5			
07-15	22	5	0	0	0	0	—	E	0
07-16	18	6	1	1	0	0	—	E	0
07-17	15	6	0	0	0	0	0	SE	0
07-18	12	0	0	0	0	0	—	SE	0
07-19	107	17	3	0	0	0	8	S	0
07-20	14	0	0	0	0	0	—	S	0
07-21	12	5	1	0	0	0	0	SW	0
07-22	5	0	0	0	0	0	—	SW	0
07-23	8	2	1	0	0	1	50	SW	0
07-24	81	6	14	0	0	0	68	SW	61
07-25	32	0	0	0	0	0	—	SW	8
07-26	20	5	3	0	0	0	100	SW	0
07-27	15	2	2	0	0	0	100	W	0
07-28	11	0	0	0	0	0	—	SW	0
07-29	52	6	1	2	3	5	100	NE	17
07-30	24	0	0	0	0	0	—	NE	9

7 月 24 日调查,诱蛾器中的虫量突增,共诱蛾 81 头,卵巢发育以低级别为主,主要为 2 级,交尾率为 68.4%。虫源组成为本地虫源及外来虫源总和。雷达的回波高度集中于 300 m 以下,逆推点高度设置为 200 m、300 m,1 d 的轨迹回推显示虫源地为辽宁铁岭附近,2 d 的回推轨迹显示虫源地位于辽宁本溪附近(图 1)。7 月 23 日 20:00,吉林省 925 hpa 等压面上盛行 4 m/s 左右的西南风,为黏虫向北迁飞提供了运载气流(图 2)。7 月 24 日 2:00 吉林省 925 hpa 高度上无明显下沉气流,此日的降虫应为降雨所致(图 3)。对迁入的黏虫再进行 1 d 的轨迹顺推分析显示,黏虫将向东北方向迁飞至长春的东北部。

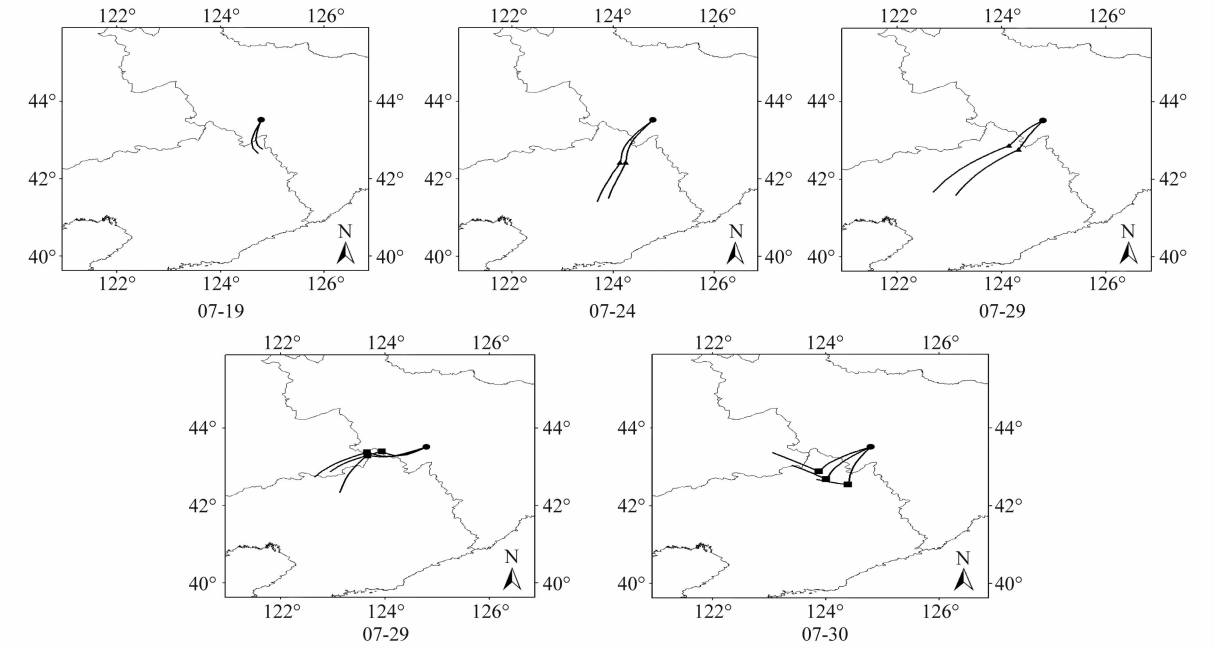


图 1　黏虫成虫迁飞时期的轨迹分析

Fig. 1　The trajectory analysis during the migration of *Mythimna separata*

7 月 29 日调查,诱蛾器中的虫量突增,共诱蛾 52 头,卵巢解剖结果显示,雌成虫卵巢发育级别分布较为宽泛,较高的卵巢发育级别说明雌性成虫已经完成产卵,交尾率为 100%。虫源组成为本地虫

源及外来虫源总和。雷达的回波高度集中于 300 m 以下,逆推点高度设置为 200 m、300 m,1 d 的轨迹回推显示虫源地为辽宁铁岭附近,2 d 的回推轨迹显示虫源地位于沈阳附近(图 1)。7 月 28 日 20:00,吉林省 925 hpa 等压面上盛行 3～10 m/s 的西南风,为黏虫向北迁飞提供了运载气流(图 2)。7 月 29 日 2:00 吉林省 925 hpa 高度上无明显下沉气流,此日的降虫应该为降雨所致(图 3)。

2.3 回迁分析

在 7 月 29 日与 7 月 30 日的雷达监测中,观测到了黏虫的聚集成层现象。7 月 29 日观测到 3 个虫层,高度分别为 280 m、800 m 及 1 150 m,将此高度设置为轨迹分析的顺推高度。1 d 的顺推结果显示,黏虫将向西南方向迁飞,2 d 的顺推结果显示,黏虫将继续向西南方向迁飞(图 1)。气象分析显示,7 月 29 日 20:00 的 850 hpa 高度的风场分析吉林省主要受东北气流的控制,风速为 3～6 m/s,925 hpa 高度的风场分析吉林省主要受东北气流的控制,风速为 2～7 m/s(图 2)。

7 月 30 日观测到 3 个虫层,高度分别为 160 m、430 m 及 950 m,将此高度设置为轨迹分析的顺推高度。1 d 的顺推结果显示,黏虫将向西南方向迁飞,2 d 的顺推结果显示,黏虫将向西北方向迁飞(图 1)。气象分析显示,7 月 30 日 20:00 的 850 hpa 高度的风场分析显示吉林省主要受东北气流的控制,风速为 3～6 m/s,925 hpa 高度的风场分析显示吉林省主要受东北气流的控制,风速为 3～7 m/s(图 2)。

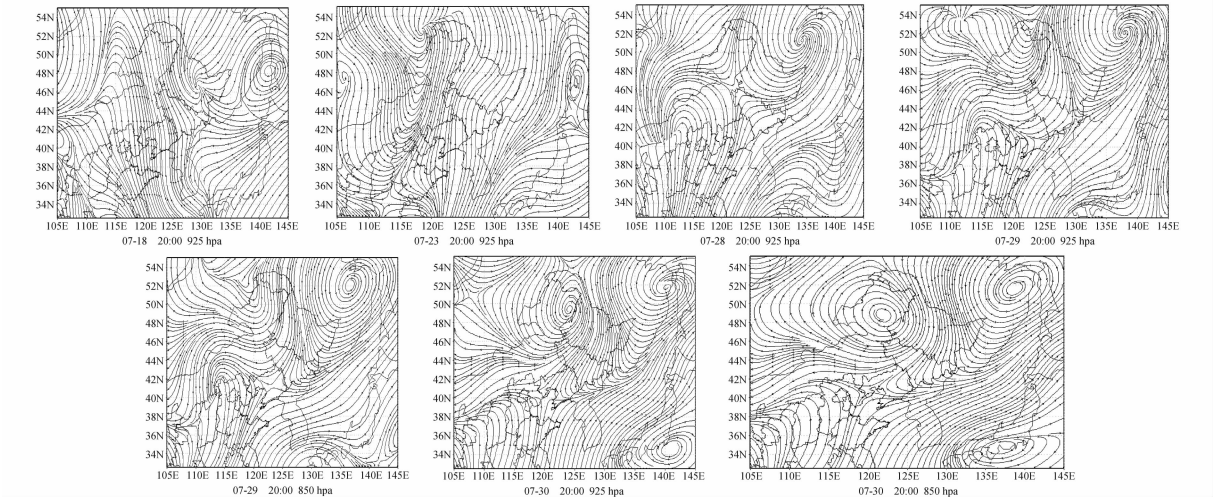


图 2 黏虫成虫迁飞时期的风向

Fig. 2 Wind direction during the migration of *Mythimna separata*

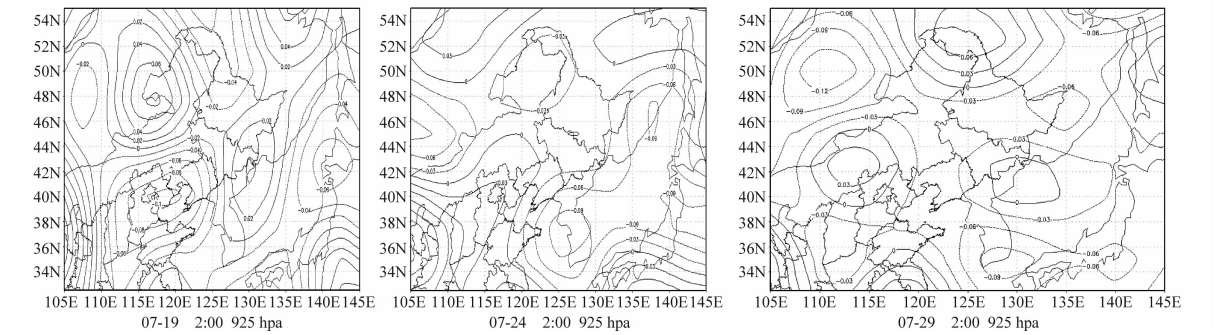


图 3 黏虫成虫迁飞时期的垂直速度场(Pa/s)

Fig. 3 Vertical speed field (Pa/s) during the migration of *Mythimna separata*

3 讨论

本研究利用扫描昆虫雷达及相关的分析方法,对于 2015 年二代黏虫成虫在吉林省公主岭的虫源进行了研究。二代黏虫发生的高峰期主要以不利种群回迁的西南风与南风为主,初期未见聚集成层迁飞的现象,直至后期的 7 月 29 日、7 月 30 日,才见有利于黏虫回迁的东北风,可见黏虫聚集成层迁飞,位

移方向为西南,在此期间,辽宁省农业科学院许国庆研究员在沈阳的监测中,观测到了黏虫蛾量的增加(内部交流),但此时回迁的虫源已不是主体。本次的分析结果显示,2015 年吉林省公主岭地区三代黏虫发生的虫源,是北迁的种群和本地种群共同繁殖的结果。这与张云慧等[17]对 2012 年东北黏虫暴发虫源的研究结果相近。

害虫暴发成灾,首先需要具备的条件就是较高的虫源数[20]。2015 年春季迁入吉林省的一代黏虫成虫的数量较高且有着较高的增殖倍数,使得二代成虫有着较高的种群数量。本研究中初期调查到的低级别卵巢发育种群,为本地羽化的种群,而后期调查到的高级别卵巢发育的种群,则应为本地滞留的种群或者从外迁入的种群,且已完成产卵,孵化出三代黏虫幼虫形成危害。本研究结果显示,气流和降水是二代黏虫蛾未能有效回迁的主要原因[21],这与张云慧等[17]对 2012 年东北三代黏虫暴发的研究结果相近。

本文作者所在的吉林省农业科学院监测预警课题组,根据本研究所获的相关信息及分析结果,对 2015 年吉林省中西部地区黏虫局部暴发发生进行了准确预警,通过相应的途径第一时间发送了预测预报信息。2015 年是继 2012 年、2013 年之后,三代黏虫在吉林省又一次发生危害,三代黏虫在吉林省的暴发性发生呈现出常态化,并表现出一些新的特点,应在今后的研究中,加强针对于此代黏虫的监测预警、迁飞滞留及暴发机制等方面的研究。

参考文献

[1] ZHANG Lei, JIANG Xingfu, LUO Lizhi. Determination of sensitive stage for switching migrant oriental armyworms into residents [J]. Environmental Entomology, 2008, 37(6): 1389 - 1395.

[2] 张云慧. 东北与华北地区迁飞昆虫的垂直昆虫雷达监测与虫源分析[D]. 北京:中国农业科学院, 2008.

[3] JIANG Xingfu, LUO Lizhi, ZHANG Lei, et al. Regulation of migration in *Mythimna separata* (Walker) in China: a review integrating environmental, physiological, hormonal, genetic, and molecular factors[J]. Environmental Entomology, 2011, 40(3): 516.

[4] 江幸福,张蕾,程云霞,等. 我国粘虫发生危害新特点及趋势分析[J]. 应用昆虫学报,2014,51(6):1444 - 1449.

[5] 姜玉英,李春广,曾娟,等. 我国粘虫发生概况:60 年回顾[J]. 应用昆虫学报,2014,51(4):890 - 898.

[6] 陈瑞鹿. 农作物病虫预测预报手册[M]. 长春:吉林人民出版社, 1979.

[7] 孙嵬,程志加,张强,等. 应用扫描昆虫雷达监测二代黏虫成虫[J]. 东北农业科学,2016, 41(6): 79 - 81.

[8] 曾娟, 姜玉英, 刘杰. 2012 年黏虫暴发特点分析与监测预警建议[J]. 植物保护, 2013, 39(2): 117 - 121.

[9] 刘杰, 姜玉英, 曾娟. 2013 年我国黏虫发生特点分析[J]. 植物保护, 2015, 41(3): 131 - 137.

[10] CHEN Ruilu, BAO Xiangzhi, DRAKE V A, et al. Radar observations of the spring migration into northeastern china of the oriental armyworm moth, *Mythimna separata*, and other insects [J]. Ecological Entomology, 1989, 14(2): 149 - 162.

[11] FENG Hongqiang, ZHAO Xincheng, WU Xianfu, et al. Autumn migration of *Mythimna separata* (lepidoptera: noctuidae) over the bohai sea in northern China [J]. Environmental Entomology, 2008, 37(3): 774 - 781.

[12] 高月波, 孙雅杰, 张强, 等. 东北粘虫春季空中虫群的迁飞行为[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(4):906 - 913.

[13] 丛胜波, 万鹏, 黄民松, 等. 武汉地区粘虫的种群动态及越冬规律[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(23): 5904 - 5907.

[14] 胡高, 吴秋琳, 武向文, 等. 东北二代粘虫大发生机制:1980 年个例分析[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(4): 943 - 957.

[15] 武向文. 我国东北地区昆虫迁飞场的 Pied piper 效应[D]. 南京:南京农业大学, 2001.

[16] 潘蕾. 东亚迁飞场的 Pied Piper 效应与我国三代粘虫的间歇性暴发机制[D]. 南京: 南京农业大学, 2009.

[17] 张云慧, 张智, 姜玉英, 等. 2012 年三代黏虫大发生原因初步分析[J]. 植物保护, 2012, 38(5): 1 - 8.

[18] STEIN A F, DRAXLER R R, ROLPH G D, et al. NOAA's Hysplit atmospheric transport and dispersion modeling system [J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 2015, 96(12): 2059 - 2077.

[19] KALNAY E, KANAMITSU M, KISTLER R, et al. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project [J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 1996, 77(3): 437 - 470.

[20] 张智. 北方地区重大迁飞性害虫的监测与种群动态分析[D]. 北京:中国农业科学院, 2013.

[21] 潘蕾, 武向文, 陈晓, 等. 东北迁飞场对粘虫的 Pied piper 效应[J]. 应用昆虫学报, 2014, 51(4): 974 - 986.

(责任编辑:田　喆)