

利用吸虫塔对麦长管蚜迁飞活动的监测*

李克斌** 杜光青** 尹 姣 张 帅 曹雅忠***

(中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193)

摘 要 【目的】为了明确麦长管蚜 *Sitobion avenae* (Fabricius) 在时间和空间上的迁飞活动规律以及南北地区间的虫源关系。【方法】我们采用了一种新型的监测小型迁飞性害虫的工具——吸虫塔 (Suction trap), 对麦长管蚜的迁飞活动进行自动、实时监测。【结果】监测及分析结果表明, 在小麦返青到成熟期间, 吸虫塔中麦长管蚜的数量有多个高峰, 但是有两个相对集中的时间段, 即主要的迁入时期和迁出时期。在廊坊地区, 每年 4 月末至 5 月初 (抽穗到扬花期) 迁入廊坊, 5 月下旬至 6 月初 (小麦乳熟期) 大量迁出廊坊。麦长管蚜的迁飞 (或飞翔) 活动具有昼夜节律, 清晨、上午和傍晚是麦长管蚜迁飞活动的主要时间段, 而在夜间其飞翔活动显著减少。利用 HYSPLIT 模型对麦长管蚜迁飞轨迹的分析结果显示, 纬度低的地区蚜量高峰期早于纬度高的地区, 其蚜量高峰日期具有明显的南北衔接特点。【结论】吸虫塔的监测证明了麦长管蚜在我国东部地区由南向北迁飞。

关键词 麦长管蚜, 迁飞活动, 吸虫塔, 监测

Monitoring the migration of *Sitobion avenae* (Fabricius) by suction trapping

LI Ke-Bin** DU Guang-Qing** YIN Jiao ZHANG Shuai CAO Ya-Zhong***

(State Key Laboratory for Biology of Plant Disease and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract [Objectives] To improve understanding of the spatio-temporal migration patterns of *Sitobion avenae* (Fabricius). [Methods] A new suction trap was used to monitor *S. avenae* in conjunction with real-time weather monitoring. [Results] The results show that there were several migration pulses of *S. avenae* from the wheat greening to maturing stage. These seem to concentrate to two time periods, one corresponding to immigration and the other to emigration. For example, in the Langfang area, winged *S. avenae* moved to this area from late April to early May (the wheat heading to flowering stage) every year and move out in late May to early June (the wheat milky stage). Early morning and dusk are the major times of migration of winged *S. avenae*, and migratory activity is significantly reduced during the night. The result of analysis of migratory trajectories using the HYSPLIT model showed that peak periods of abundance of winged aphids occurred much earlier in low than at high latitudes, and that peak periods in different places coincided in time. [Conclusion] Suction trap monitoring results show that *S. avenae* migrate from south to north in the eastern part of China.

Key words *Sitobion avenae*, migration, suction trap, pest monitoring

吸虫塔 (Suction trap) 被发明于英国洛桑试验站 (Taylor, 1973)。目前在欧洲的英国、荷兰、瑞士、丹麦、比利时、意大利、波兰和法国安装运

* 资助项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (201103022)

**为同等贡献作者, E-mail: kbli@ippcaas.cn; duguangqingbeyond@163.com

***通讯作者, E-mail: yzcao@ippcaas.cn

收稿日期: 2014-10-13, 接受日期: 2014-10-28

行, 各国共享数据, 协同合作。一个用于研究和预警蚜虫迁飞动态及其他小型迁飞性昆虫覆盖东、西欧的吸虫塔网络系统已经建成 (Macaulay *et al.*, 1988; Fassotte *et al.*, 2008)。在美国中北部地区的 10 个主产大豆的州也于 20 世纪 80 年代建成了应用于大豆蚜和麦类蚜虫的吸虫塔网络系统 (Allison and Pike, 1988)。

麦长管蚜 *Sitobion avenae* (Fabricius) 是我国各小麦产区蚜虫的优势种, 迁飞为麦长管蚜选择更适宜的寄主植物和环境条件提供了保障, 从而使麦长管蚜的危害范围进一步扩大。在我国的北方许多地区, 麦长管蚜不能越冬, 其种群发展依靠麦长管蚜的迁飞由南方迁入 (杨素钦和杨逸兰, 1991)。但是, 对于麦长管蚜迁飞和降落的过程及其迁飞活动规律, 还有诸多科学问题缺乏认知, 例如: 迁飞活动的宏观规律、日活动节律、南、北地区间的虫源关系等都不够了解。所以,

开展麦长管蚜迁飞规律的研究对麦蚜的预测预报和综合防治意义重大。而吸虫塔作为一个高效省工、性能稳定的工具, 为长期监测麦长管蚜的迁飞提供了可能 (苗麟等, 2011)。

1 材料与方法

1.1 吸虫塔的布局取样及数据的比较分析

在湖北武汉 (114°38'E, 30°29'N)、河南原阳 (113°41'E, 35°00'N)、河北赵县 (114°47'E, 37°46'N) 和河北廊坊 (116°69'E, 39°52'N) 设置吸虫塔, 位置见图 1。分别采集了湖北武汉 2009 年 4 月至 7 月、2010 年 4 月至 6 月, 河南原阳 2009 年 3 月至 6 月、2010 年 4 月至 6 月、2011 年 3 月至 6 月、2012 年 4 月至 6 月、2013 年 4 月至 6 月, 河北赵县 2009 年 4 月至 6 月、2010 年 4 月至 6 月、2011 年 3 月至 7 月、2013 年

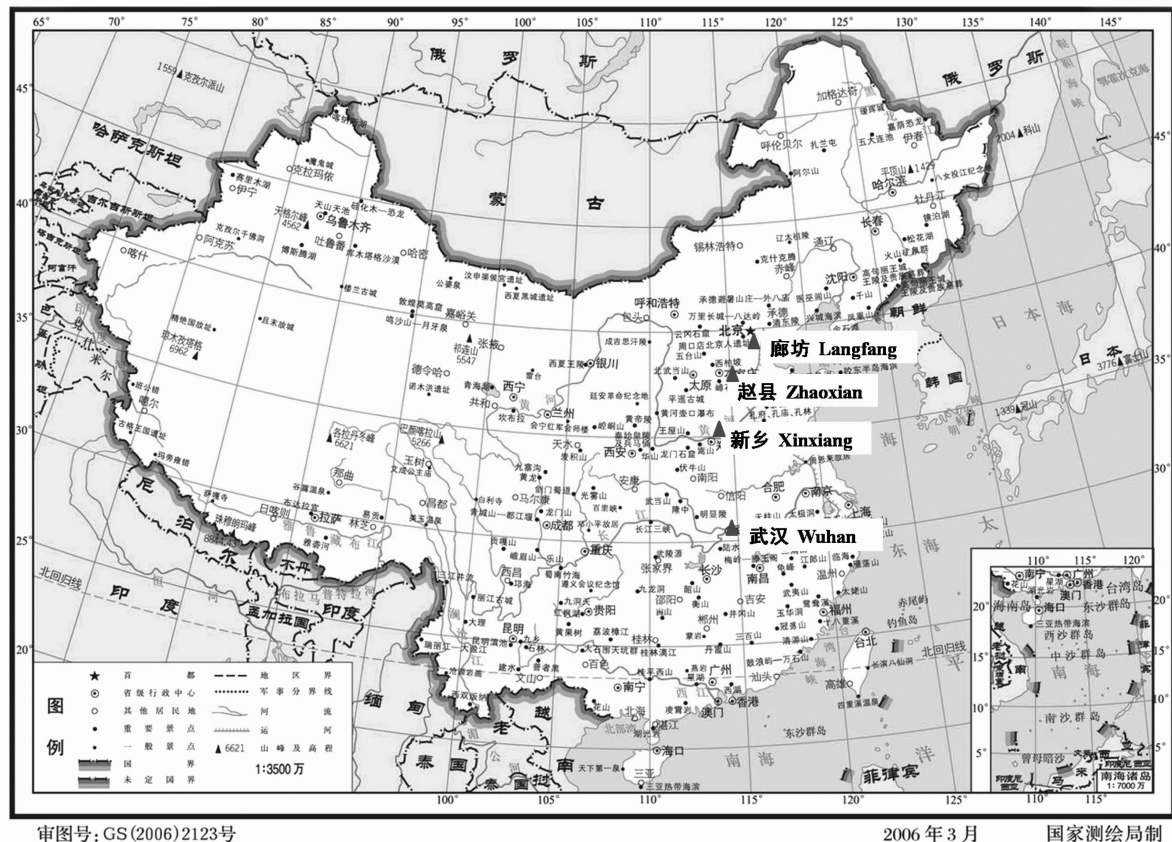


图 1 本研究所利用的吸虫塔位置图

Fig. 1 The location of the suction traps used by this research

4月至10月,河北廊坊2009年4月至6月、2010年4月至6月、2011年4月至6月、2012年4月至7月的吸虫塔吸捕麦长管蚜有翅成蚜的数据。其中4个吸虫塔的设置点多为3 d (2~4 d) 或7 d 取样一次。利用Excel制图分别统计各地吸虫塔吸捕的麦长管蚜有翅成蚜的数量,并分析有翅成蚜的高峰日及南北地区之间衔接关系。

1.2 麦长管蚜迁飞的日活动和季节活动节律

日活动节律:为了观测白天和夜间的迁飞活动日节律,2009年,在麦长管蚜吸捕量高峰期,利用赵县吸虫塔(5月7日至5月30日),每天分5个时间段(06:00—08:00、09:00—11:00、12:00—14:00、15:00—17:00、18:00—20:00和20:30—05:30)来吸捕麦长管蚜有翅成蚜。2010年,在小麦扬花到灌浆中期,利用廊坊吸虫塔,每天设置了05:30—07:30、08:00—10:00、11:30—13:30、14:00—16:00、16:30—18:30、18:30—20:30、21:00—24:00和24:30—05:00共8个时段来吸捕麦长管蚜有翅成蚜。分别统计各时间段的累计麦长管蚜有翅成蚜的吸捕量。

季节活动节律:2009年至2012年,统计了廊坊吸虫塔在当地小麦的5个生育期(孕穗及孕穗前、抽穗期、扬花期、灌浆期和乳熟期)对麦长管蚜有翅成蚜的累计吸捕量。其中,2011年,利用廊坊吸虫塔,从3月5日到5月26日,每天设置07:30—18:00(白昼)和18:30—07:00(夜晚)两个时间段来收集吸捕麦长管蚜有翅成蚜。

1.3 利用 HYSPLIT 模型对麦长管蚜迁飞轨迹的分析

利用廊坊和原阳2009年至2010年吸虫塔吸捕麦长管蚜的数据,结合由美国国家海洋和大气管理局(NOAA网站)研发的HYSPLIT平台(http://www.arl.noaa.gov/HYSPLIT_info.php)来进行麦长管蚜迁飞的轨迹分析。

2 结果与分析

2.1 各地吸虫塔多年麦长管蚜数据的比较和分析

图2所示的为4个地点2009年采集的数据。在湖北武汉,在4月21日之前有翅蚜量较少,4月21日开始出现麦长管蚜有翅成蚜吸捕量的一个高峰,分别又在5月1日、5月8日、5月26日、6月2日出现多次高峰,其中5月8日左右出现最高峰,在6月23日之后几乎没有再吸捕到麦长管蚜的有翅成蚜。在河南原阳,在3月26日开始出现吸捕到麦长管蚜的有翅成蚜,但第一个吸捕高峰出现在4月23日左右,在首次吸捕到麦长管蚜有翅成蚜到出现第一个吸捕高峰之间也吸捕到少许麦长管蚜有翅成蚜;之后在4月27日和5月1日出现吸捕高峰,其中5月1日左右为最高峰,在5月11日左右又出现一个小高峰,在6月4日之后几乎没有吸捕到麦长管蚜有翅成蚜。在河北赵县,4月27日出现第一次高峰,5月10左右出现最高峰,又在5月24日左右出现一个小高峰,在6月11仍能吸捕到麦长管蚜有翅成蚜。在河北廊坊,早在4月14日开始能采集到极少数的麦长管蚜有翅成蚜,在4月30日开始能吸捕到大量麦长管蚜有翅成蚜(即第一次高峰),在5月2日、5月6日、5月12日和5月24日出现吸捕高峰,其中最高峰为5月12日,5月28日之后,麦长管蚜有翅成蚜吸捕量骤减,6月3日之后几乎吸捕不到麦长管蚜有翅成蚜。

由2009年采集麦长管蚜的数据显示,出现初次高峰和最高峰日期是由南向北呈逐地衔接的。

图3为2010年采集的数据。在湖北武汉,早在4月20日左右就出现麦长管蚜有翅成蚜的吸捕小高峰,在5月5日出现了吸捕最高峰,在5月20日也出现一次较大的峰,在5月26日之后,吸捕量骤减,在6月23日之后就吸捕不到

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(201103022)

**为同等贡献作者, E-mail: kbli@ippcaas.cn; duguangqingbeyond@163.com

***通讯作者, E-mail: yzcao@ippcaas.cn

收稿日期:2014-10-13, 接受日期:2014-10-28

麦长管蚜有翅成蚜了;在河南原阳,5月1日开始出现吸捕量增长,在5月7日出现吸捕量小高峰,在5月19日,5月23日,5月29日出现吸捕量高峰,其中5月23日为吸捕量最高峰,在

6月2日吸捕量开始骤降;在河北赵县,5月10日出现首次吸捕量小高峰,但是增长速度缓慢,一直到5月16日才开始迅速增长,在5月22日和5月26日出现吸捕量高峰,但在6月5日出

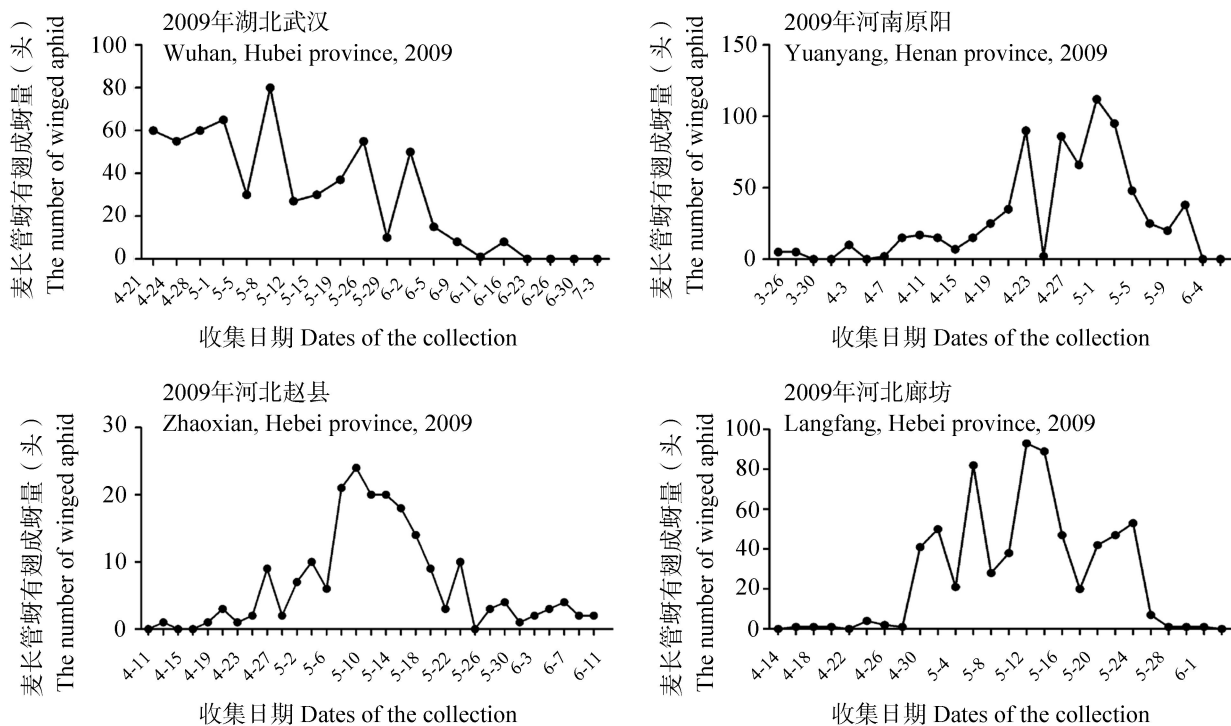


图 2 2009 年不同地区吸虫塔麦长管蚜有翅成蚜吸捕量变化图

Fig. 2 The collections of winged *Sitobion avenae* in suction trap from different regions in 2009

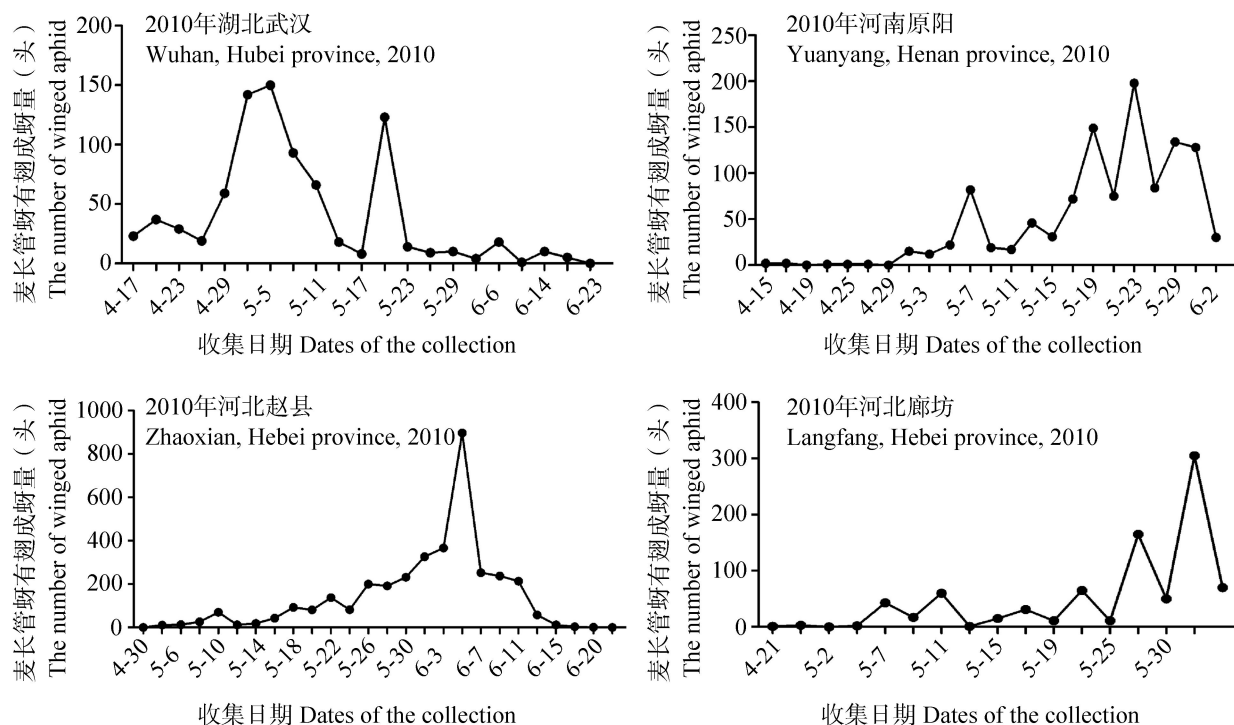


图3 2010年不同地区吸虫塔麦长管蚜有翅成蚜吸捕量变化图

Fig. 3 The collections of winged *Sitobion avenae* in suction trap from different regions in 2010

现最高峰,最高峰之后吸捕量骤降,6月15日之后几乎吸捕不到麦长管蚜有翅成蚜;在河北廊坊5月7日开始出现吸捕量增长,5月11日和5月21日出现两个小高峰,5月27日和6月2日出现两个高峰,其中6月2日为最高峰。总体趋势与2009相似,但4个吸虫塔设置点的高峰日蚜量变化较大。

2011年数据(图4)显示,在河南原阳,早在3月25开始能吸捕到麦长管蚜有翅成蚜,在4月14日出现吸捕量增长,在4月20日、26日、30日出现3个小高峰,在5月24日出现最高峰,在6月16日之后几乎吸捕不到麦长管蚜有翅成蚜;在河北赵县,在4月7日左右开始能吸捕到麦长管蚜有翅成蚜,在4月22日开始出现明显增长,并在4月29日、5月6日、5月13日和5月20日连续出现多次高峰,其中4月29日为最高峰;4月13日在河北廊坊开始吸捕到麦长管蚜有翅成蚜,4月21日开始出现吸捕量增长,

在4月29日、5月13日、5月19日和5月27日出现吸捕量高峰,其中5月19日出现吸捕量最高峰,6月2日之后几乎吸捕不到麦长管蚜有翅成蚜。由此可见,2011年3个吸虫塔在前期出现的有翅成蚜高峰日具有明显的由南到北的衔接现象,例如河南原阳的4月20日、河北赵县的4月29日和河北廊坊4月29日的高峰日期。

2012年,河南原阳和河北廊坊的吸捕量曲线相似,在河南原阳,吸捕量在4月22日开始出现增长(初次小高峰),5月7日出现吸捕量最高峰,5月28日再次出现一个小高峰,6月18日之后几乎吸捕不到麦长管蚜有翅成蚜;在河北廊坊5月2日才开始出现吸捕量增长(初次小高峰),5月23日出现吸捕量最高峰,6月20日之后几乎吸捕不到麦长管蚜有翅成蚜。分析可见,南北两地的高峰日期也表现出衔接现象,其中初峰日相差10d,最高峰日则相差7d(图5)。

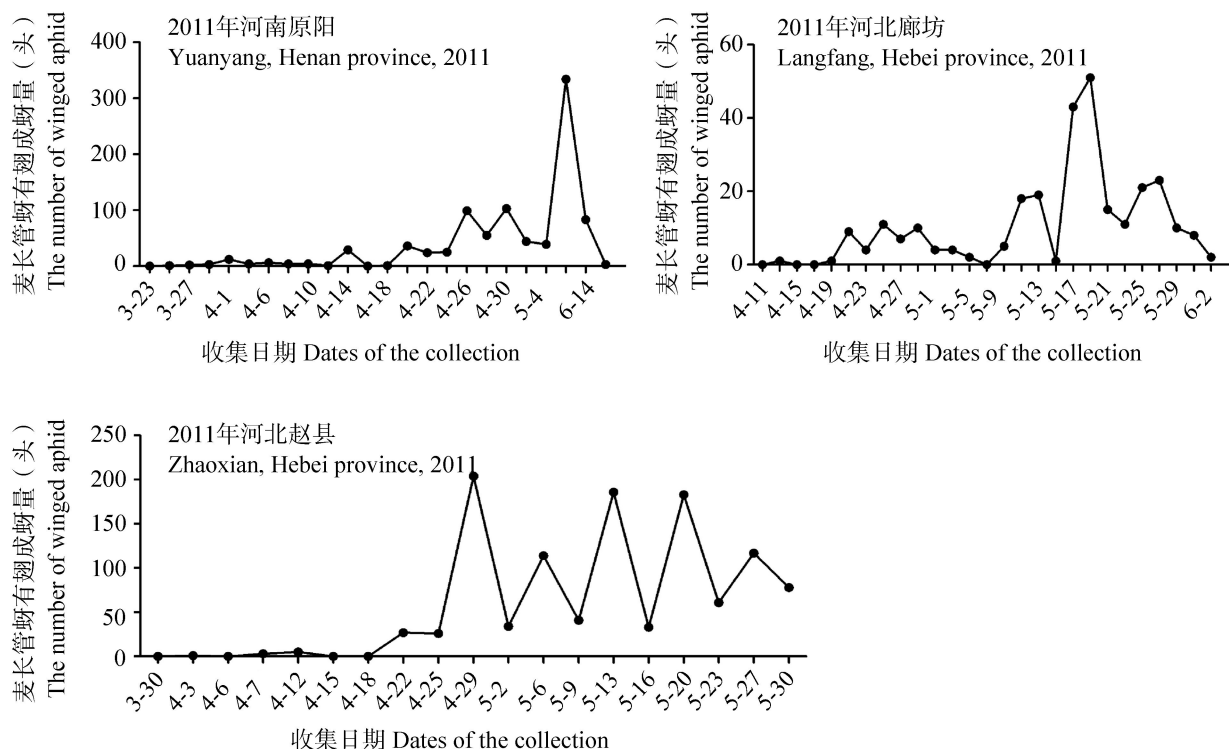


图4 2011年不同地区吸虫塔麦长管蚜有翅成蚜吸捕量变化图

Fig. 4 The collections of winged *Sitobion avenae* in suction trap from different regions in 2011

如图6所示,2013年,在河南原阳,在4月19日开始出现吸捕量的小高峰,在5月3日出现吸捕的最高峰。在河北赵县,在5月6日开始出现麦长管蚜有翅成蚜的吸捕量增长,在5月27日出现最高峰;可见,在本年度南北两地麦长管蚜出现高峰日期的衔接不够吻合。另外,延长吸捕观测时间,发现在小麦收获以后的7月1日和7月29日有翅麦长管蚜出现了两个小高峰,而且在9月3日至10月8日之间也可以吸捕到少量的麦长管蚜有翅成蚜。

2.2 麦长管蚜迁飞活动的时间节律

对于蚜虫,其迁飞和飞翔规律还尚未完全明

确,吸虫塔以其稳定、准确、省工,特别适用于小型昆虫等特点恰好填补了这个空白。由此,我们利用吸虫塔来研究分析麦长管蚜迁飞在一天中和小麦不同生长季中的时间节律。

2.2.1 麦长管蚜迁飞的日活动节律 从图7中可以看出,赵县吸虫塔在一天之中不同时间对于麦长管蚜吸捕量的变化曲线规律。吸捕量主要集中在06:00—08:00、09:00—11:00和18:00—20:00 3个时间段,而12:00—14:00和20:30—05:30两个时间段的吸捕量最少。如图8所示,通过将收集时间段再细化,得到了类似的结果。

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(201103022)

**为同等贡献作者, E-mail: kbli@ippcaas.cn; duguangqingbeyond@163.com

***通讯作者, E-mail: yzcao@ippcaas.cn

收稿日期:2014-10-13, 接受日期:2014-10-28

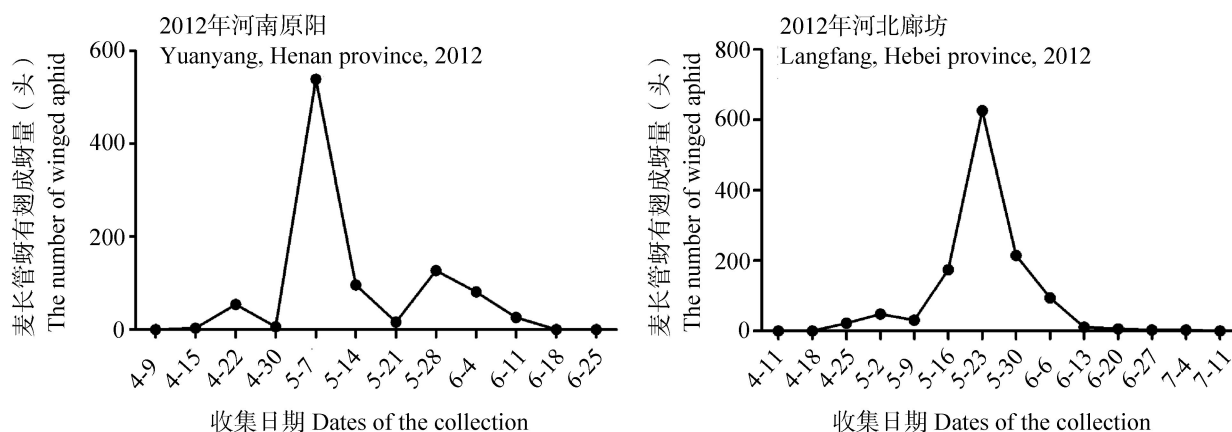


图 5 2012 年不同地区吸虫塔麦长管蚜有翅成蚜吸捕量变化图

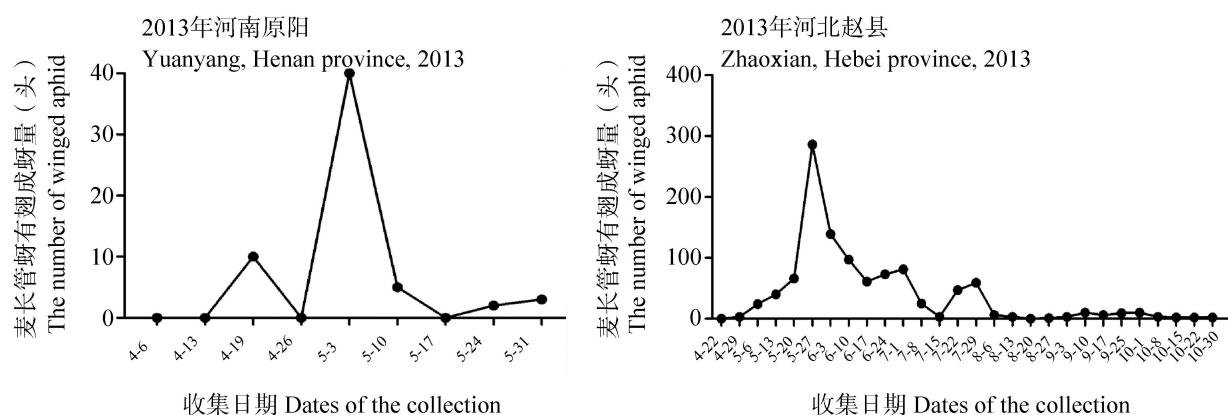
Fig. 5 The collections of winged *Sitobion avenae* in suction trap from different regions in 2012

图 6 2013 年不同地区吸虫塔麦长管蚜有翅成蚜吸捕量变化图

Fig. 6 The collections of winged *Sitobion avenae* in suction trap from different regions in 2013

从图 8 中可以看出, 05:30—07:30、08:00—10:00 和 18:30—20:30 3 个时间段的吸捕量最多, 中午前后采集的蚜量较少; 而整个夜间的吸捕量也没有白天最少的 (中午后 14:00—16:00) 两个小时吸捕有翅蚜多; 其中前半夜 21:00—24:00 几乎没有采集到蚜虫, 后半夜 24:00—05:30 虽然比前半夜多一些, 但主要集中在黎明 (05:30) 前。由此看出, 麦长管蚜的迁飞或飞翔活动存在明显地日 (昼夜) 活动节律, 即主要集中在白昼进行迁飞活动。

2.2.2 麦长管蚜在小麦不同生育期的迁飞活动规律 由图 9 所示, 廊坊吸虫塔 4 年吸捕量数据显示, 在小麦的各生育期中, 在灌浆期是麦长

管蚜吸捕量的高峰, 且明显高于其他 4 个生长期的吸捕量; 乳熟期的吸捕量仅次于灌浆期, 也显著高于剩余 3 个生育期; 其余 3 个生育期吸捕量大体为扬花期 > 孕穗期 > 拔节期。灌浆期的麦长管蚜的采集量可以达到其之前生育期总和的 3

* 资助项目: 公益性行业 (农业) 科研专项 (201103022)

**为同等贡献作者, E-mail: kbli@ippcaas.cn; duguangqingbeyond@163.com

***通讯作者, E-mail: yzcao@ippcaas.cn

收稿日期: 2014-10-13, 接受日期: 2014-10-28

倍甚至更多。田间调查发现,灌浆中、后期麦长管蚜种群中有翅若蚜从无到逐渐增多。所以,抽穗、扬花到灌浆期初期是麦长管蚜迁入的主要时期。乳熟生育期与灌浆后期的时间有所重叠,田间有大量有翅若蚜发育为有翅成蚜,由此可见乳熟期为麦长管蚜迁离麦田的主要时期。

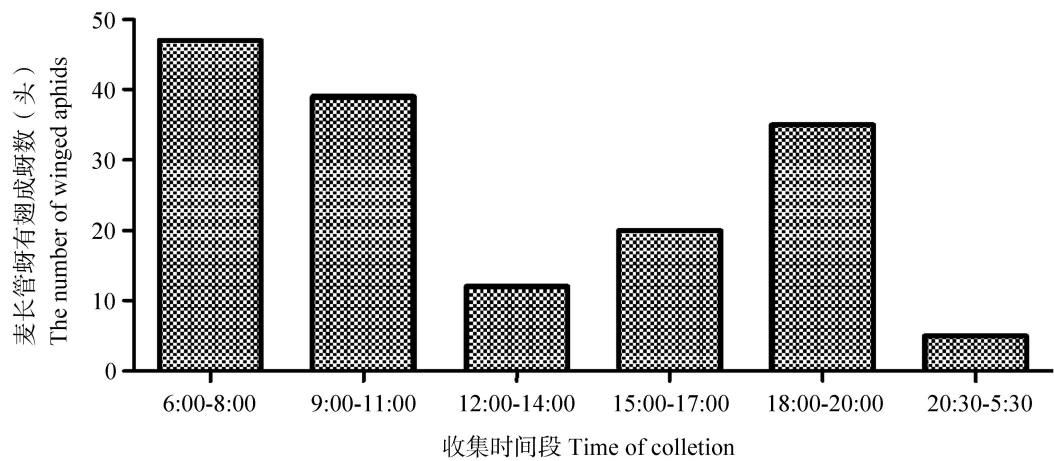


图 7 一天中不同时间段吸虫塔麦长管蚜有翅成蚜吸捕累计量变化图 (赵县, 2009)
Fig. 7 The collections of winged *Sitobion avenae* in suction trap in different period of hour (Zhaoxian, 2009)

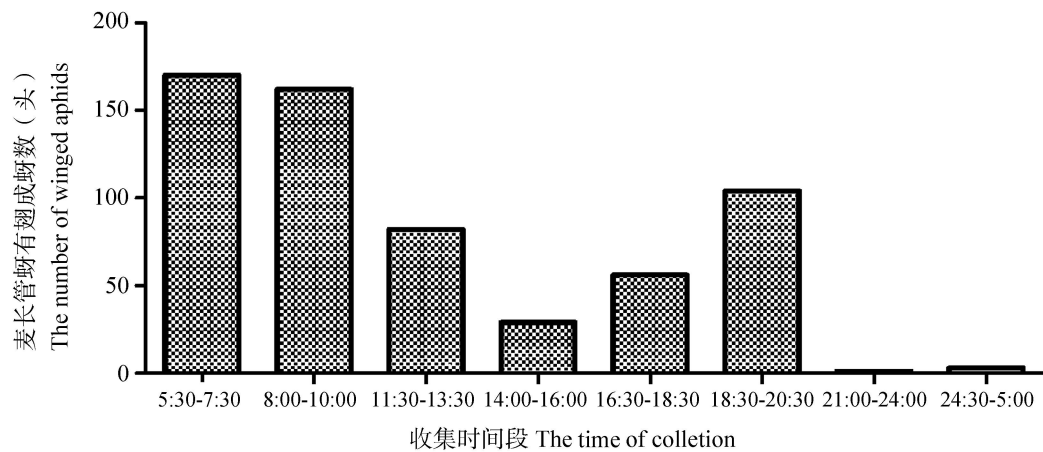


图 8 一天中不同时间段吸虫塔麦长管蚜有翅成蚜吸捕累计量变化图 (廊坊, 2010)
Fig. 8 The collections of winged *Sitobion avenae* in suction trap in different period of hour (Langfang, 2010)
从图 10 中可以看出,在蚜虫主要活动季节,5 月 22 日为基本分界线;扬花(包括灌浆前期)及以前主要是麦长管蚜的迁入期,乳熟期(包括灌浆后期)是主要迁出期。

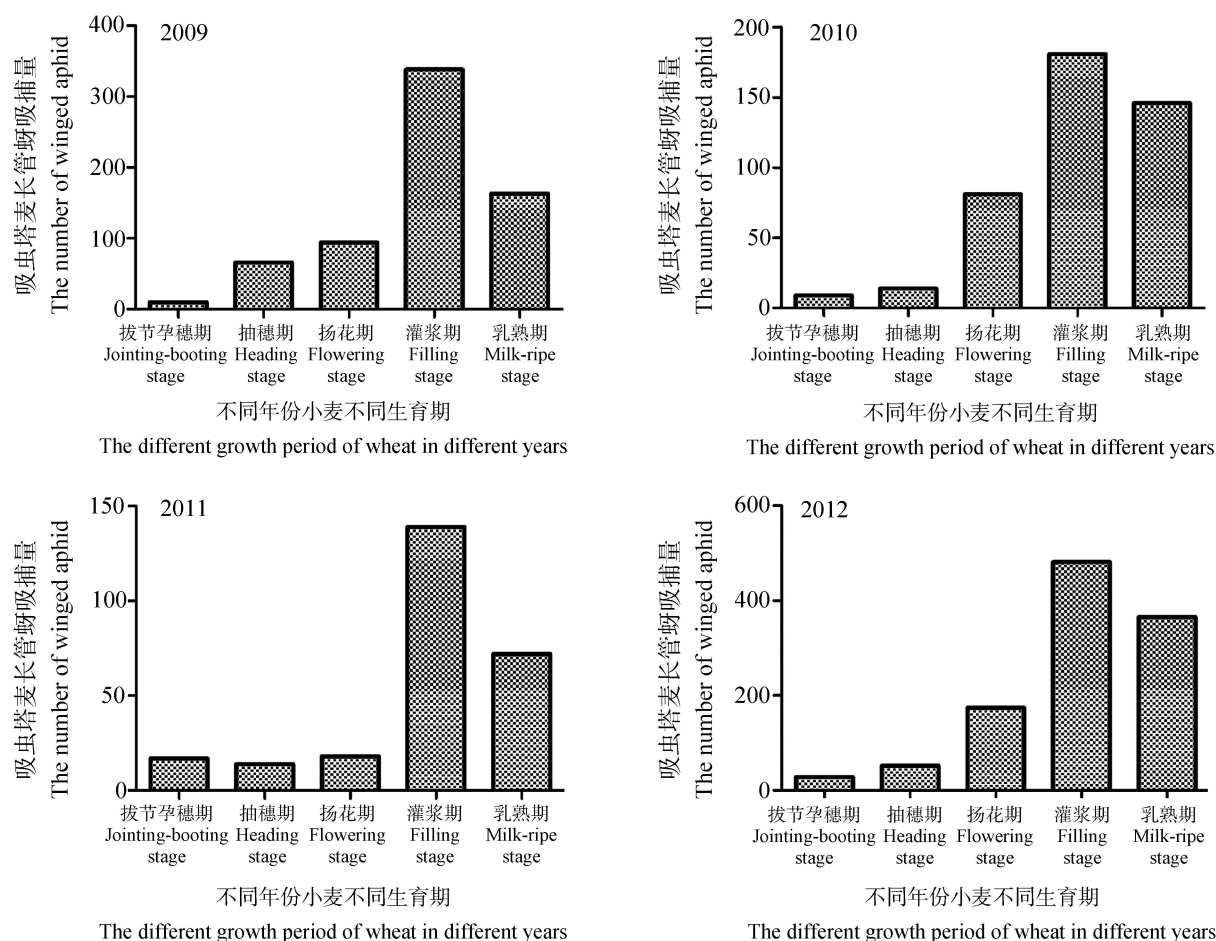


图9 不同年份不同小麦生育期吸虫塔麦长管蚜有翅成蚜吸捕累计量变化图(廊坊)

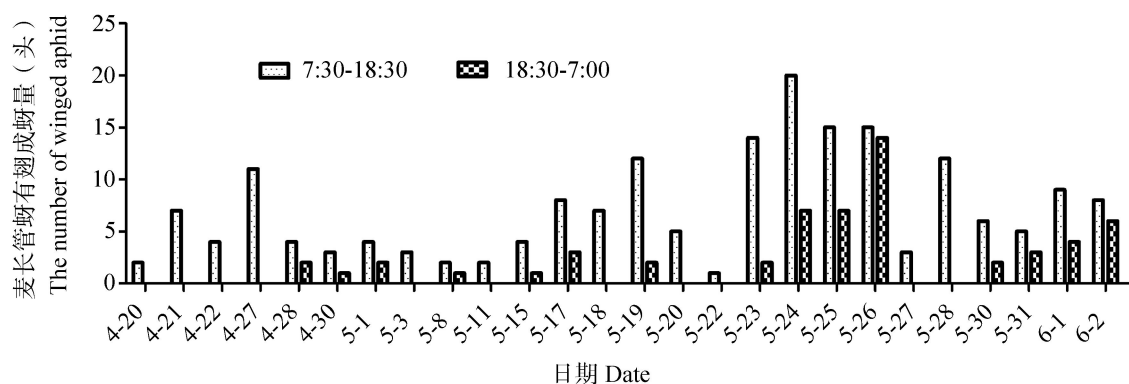
Fig. 9 The collections of winged *Sitobion avenae* in suction trap in different growth period of wheat in different years (Langfang)

图10 2011年廊坊各天中昼夜不同时间段吸虫塔麦长管蚜有翅成蚜吸捕量变化图

* 资助项目：公益性行业（农业）科研专项（201103022）

**为同等贡献作者，E-mail: kbli@ippcaas.cn; duguangqingbeyond@163.com

***通讯作者，E-mail: yzcao@ippcaas.cn

收稿日期：2014-10-13，接受日期：2014-10-28

Fig. 10 The collections of winged *Sitobion avenae* in suction trap in different period of everyday in 2011(Langfang)

无论是麦长管蚜有翅成蚜的吸捕高峰期还是低峰期,均是白天的吸捕量大于夜间(其中包含了黎明后(5:30—7:00)的吸捕量,而且有一半的时间是只有白天能吸捕到麦长管蚜有翅成蚜。在麦长管蚜的迁出高峰期(5月23日之后,即乳熟期及之后),麦长管蚜在18:30—7:00时间段(夜晚)的吸捕量有明显增加,而这一时间段的吸捕量包括了在黎明后(5:30—7:00)蚜虫,也表明寄主营养的恶化和高温胁迫促使麦长管蚜增加了傍晚(主要是18:30后)和黎明(主要是7:00前)时段的外迁。

2.3 利用 HYSPLIT 模型对麦长管蚜迁飞的轨迹分析

通过利用 HYSPLIT 模型对3年(2009—2011)河南原阳与河北廊坊两个吸虫塔

的数据初步轨迹分析(图11),充分表明麦长管蚜在两地间存在着虫源关系,即在5月中旬河南原阳的麦长管蚜向河北廊坊远距离迁飞。这充分显示了河南原阳与河北廊坊吸虫塔吸捕麦蚜高峰日具有吻合的“南北衔接”的现象。另外,从回推轨迹中可以看出(图12),廊坊的麦长管蚜主要来自于黄淮、江淮及长江下游地区。因此,进一步证实了麦长管蚜在我国东部地区存在由南向北的迁飞。

3 讨论

由以上吸虫塔的数据可以看出,在一年中特定地区麦长管蚜有翅成蚜的塔中吸捕量可以有多个高峰,但是可以明显地看出这些吸捕量高峰可以划分为两个较集中的高峰时间段。麦长管蚜

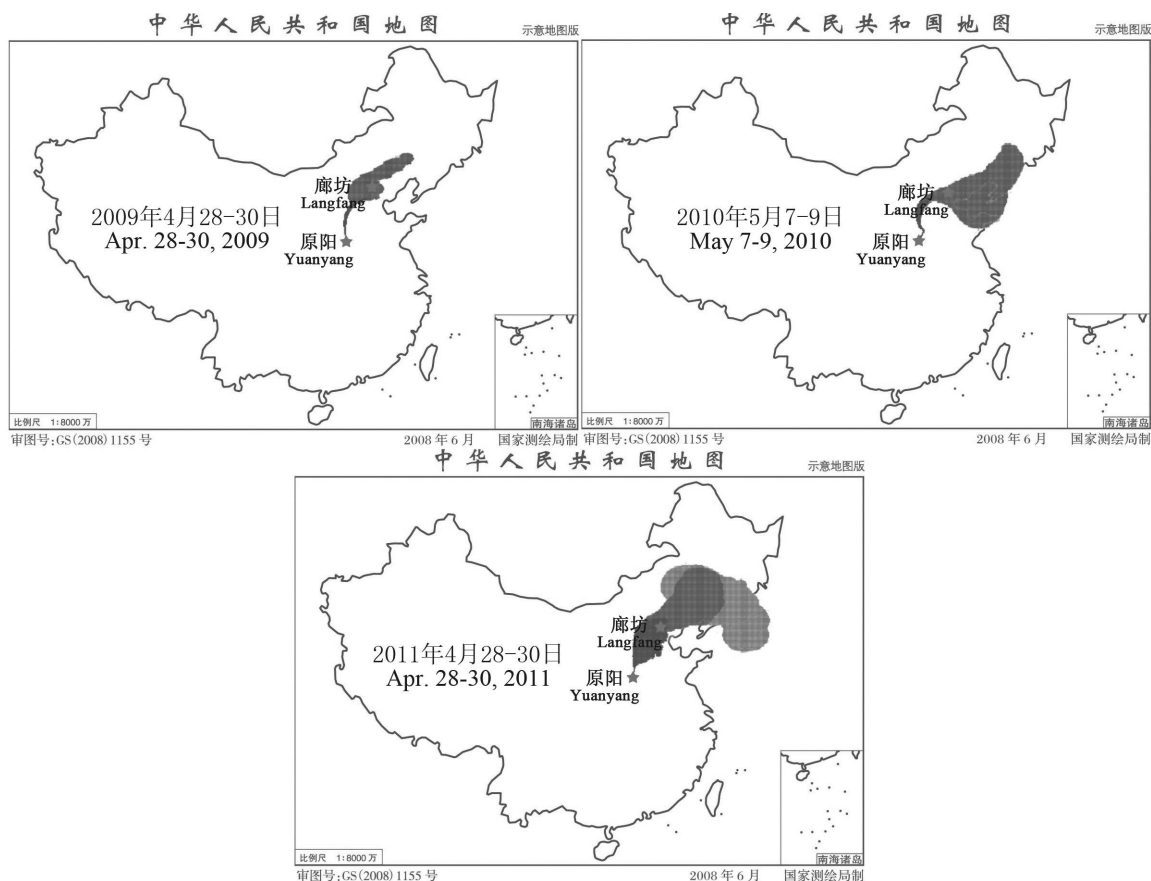


图 11 麦长管蚜自原阳向北扩散途径示意图

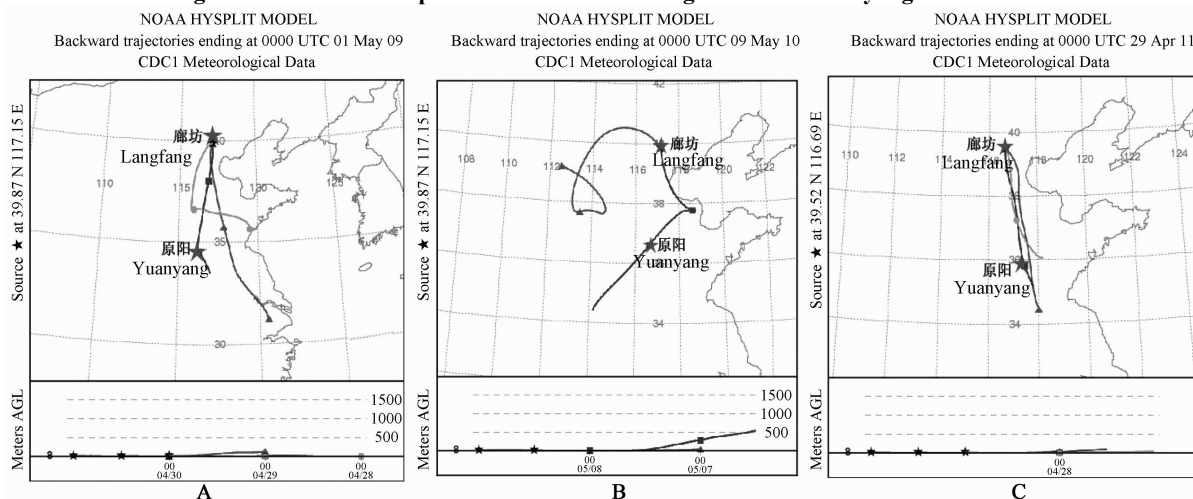
Fig. 11 The sketch map that *Sitobion avenae* migrated from Yuanyang to the north

图 12 由廊坊回推的麦长管蚜迁飞轨迹

Fig. 12 The backward teajectories of that *Sitobion avenae* from Langfang

A. 2009 年 5 月 1 日廊坊回推至 4 月 28 日轨迹；B. 2010 年 5 月 9 日廊坊回推至 5 月 7 日轨迹；C. 2011 年 4 月 29 日廊坊回推至 4 月 28 日轨迹。

A. The backward teajectories of that *S. avenae* from Langfang during 28 April to 1 May, 2009; B. The backward teajectories of that *S. avenae* from Langfang during 5 May to 7 May, 2010; C. The backward teajectories of that *S. avenae* from Langfang during 28 April to 29 April, 2011.

是迁飞性害虫(刘向东等,2004;陆云等,2013),其迁飞活动有两种形式,一是从一个地区迁飞至另一个地区,如从越冬地向北迁飞,寻找寄主;另一种是在同一地区内迁移扩散,如在越冬地由越冬寄主迁飞至小麦寄主。同一地区的两个塔中麦蚜吸捕量高峰时段,较早的高峰时段属于迁入高峰,较晚的时段属于迁出该地区高峰(董庆周等,1987)。曹雅忠等调查(尚未发表)表明,在河南郑州,麦长管蚜虽然能在该地区的麦田越冬,在小麦扬花及其前期未发现有成蚜但出现了有成蚜,认为这是由外地(主要南方麦田)迁入的种群。如 2009 年廊坊地区的塔中麦蚜吸捕量数据就明显地显示了麦长管蚜在 4 月末至 5 月初迁入廊坊地区(麦长管蚜在廊坊地区不能越冬,有成蚜的出现早于若蚜),在廊坊经过大量繁殖后,在小麦开始成熟的 5 月中下旬至 6 月初大量迁出廊坊。

在同一年中的不同地区,从麦长管蚜有成蚜开始出现到高峰集中期(大量迁离期)都有明显的时间先后顺序,除极个别情况外(廊坊和赵

县纬度较近区别不明显),纬度低的均明显早于纬度高的,而且具有明显的“由南向北衔接”的现象。2009 年原阳在 3 月 26 日开始能吸捕到麦长管蚜有成蚜,早于赵县的 4 月 13 日,也早于廊坊的 4 月 16 日(武汉的吸虫塔因开机迟,无法确定首次高峰时间);2010 年原阳在 4 月 15 日首次吸捕到麦长管蚜有成蚜,早于赵县的 5 月 4 日,也早于廊坊的 4 月 25 日(武汉除外);2011 年河南原阳 3 月 25 首次吸捕到麦长管蚜有成蚜,早于赵县的 4 月 7 日,也早于廊坊的 4 月 13 日;2012 年原阳 4 月 15 日首次吸捕到麦长管蚜有成蚜,早于廊坊的 4 月 18 日。2009 年河南原阳于 4 月 15 日塔中麦蚜吸捕量开始快速增长,明显早于廊坊的 4 月 28 日(武汉和赵县无法确定快速增长的时间);2010 年武汉于 4 月 17 日之前塔中麦蚜吸捕量就开始快速增长,明显早于河南原阳的 5 月 1 日,也明显早于河北赵县的 5 月 16 日,也早于廊坊的 5 月 7 日;2011 年河南原阳 4 月 14 日塔中麦蚜吸捕量就开始快速增长,早于河北赵县的 4 月 22 日和廊坊的 4

月 21 日; 2012 年河南原阳于 4 月 22 日塔中吸捕量开始增长, 明显早于廊坊的 4 月 25 日。麦长管蚜有翅成蚜的大量迁离时期, 2009 年武汉为 5 月上旬, 河南原阳为 5 月中旬, 而河北赵县和廊坊均为 5 月下旬; 2010 年各地的迁离高峰均有所延后, 武汉的迁离高峰在 5 月中旬, 河南原阳的迁离高峰在 5 月中下旬, 河北廊坊和赵县的迁离高峰期在 5 月末和 6 月初。2011 年, 各地的麦长管蚜有翅成蚜的迁离高峰又有所提前, 河南原阳为 4 月末、5 月初开始大量迁离, 廊坊在 5 月中旬, 赵县也在 5 月中旬持续迁出。2012 年廊坊在 5 月中旬开始大量迁离, 赵县在 5 月中旬至下旬。图中还可看出, 纬度低的吸虫塔麦蚜吸捕量出现高峰之后不久, 纬度高的吸虫塔也会出现吸捕量高峰。

由以上我们可以得出结论, 同一地方麦长管蚜有翅成蚜的始见期、迁入期和迁出期每年出现的时间是相对固定的, 各地区每年塔中麦蚜吸捕量的变化规律也是相似的(如 2012 年河北廊坊和 2012 年河南原阳; 2011 年河南原阳和 2009 年河北廊坊)。廊坊和河北赵县每年麦长管蚜有翅成蚜于 4 月下旬和 5 月上旬大量迁入, 再于 5 月下旬大量迁出; 河南原阳于 4 月中旬和下旬大量迁入, 于 5 月上旬和中旬大量迁出。纬度低的地区麦长管蚜有翅成蚜大量迁出后不久, 纬度高的地区会有大量的麦长管蚜有翅成蚜的迁入。河南原阳地区每年麦长管蚜的迁入和迁出均比河北廊坊早 7~10 d。同一年中, 不同地区的吸虫塔采集量在时间上的变化规律也相近。2013 年河北赵县的麦长管蚜有翅成蚜的吸捕数量变化图中可以看出, 9 月 3 日至 10 月 8 日之间仍然可以吸捕到麦长管蚜有翅成蚜, 我们推测, 这些蚜虫主要是由其他寄主迁入出苗后的冬小麦田, 也可能是部分往南回迁的蚜虫。

根据连续 5 年南北吸虫塔(其中有 3 年是 3~4 个点)吸捕到的麦长管蚜有翅成蚜数据的总体分析可以看出, 纬度低的南方麦区均明显早于纬度高的北方麦区, 而且具有明显的“由南向北衔接”的现象, 利用 HYSPLIT 模型对麦长管蚜迁

飞轨迹的分析, 也证实了麦长管蚜在我国东部地区存在由南向北的迁飞现象。

目前, 对于昆虫活动节律的研究比较少, 像蚜虫这样的小型昆虫, 研究其活动规律难度更大。而吸虫塔为研究蚜虫的迁飞活动节律提供了一个较好的方法。根据我们分不同时段进行吸捕采集的结果表明, 麦长管蚜的迁飞活动主要发生在白天(包括清晨和傍晚), 而在夜间基本上不进行迁飞活动, 即表现出明显的昼夜活动节律。吸虫塔的这一监测结果与韦永贵等(2007)和蒋月丽等(2011)的研究结论一致; 进一步证明了麦长管蚜具有规律性的迁飞或飞翔活动特征。吸虫塔的监测结果还显示, 在小麦的不同生育期中, 麦长管蚜也存在着明显的季节活动节律。在廊坊麦田小麦的杨花期及以前是陆续的迁入时期, 高峰不明显; 在小麦灌浆期是其迁飞活动的高峰期, 也是种群密度高峰期, 有翅若蚜在种群中逐渐增多, 配合麦田笼罩试验, 我们推断, 在这个时期既有麦长管蚜的迁入(主要在灌浆初期), 也有部分有翅成蚜在田间扩散或迁出麦田(主要在灌浆末期); 而乳熟期为麦长管蚜迁离的主要时期。

参考文献 (References)

- Allison D, Pike KS, 1988. An inexpensive suction trap and its use in an aphid monitoring network. *J. Agric. Entomol.*, 5(2): 103-107.
- Fassotte C, Delécolle JC, Cors R, Defrance T, De Deken R, Haubruge E, Losson B, 2008. *Culicoides* trapping with rothamsted suction traps before and during the bluetongue epidemic of 2006 in Belgium. *Preventive Veterinary Medicine*, 87(1): 74-83.
- Johnson CG, 1950. A suction trap for small airborne insects which automatically segregates the catch into successive hourly samples. *Annals of Applied Biology*, 37(1): 80-91.
- Macaulay EDM, Tatchell GM, Taylor LR, 1988. The Rothamsted Insect Survey '12-metre' suction trap. *Bulletin of Entomological Research*, 78(1): 121-128.
- Taylor LR, 1973. Monitor surveying for migrant insect pests. *Outlook on Agriculture*, 7(3): 109-116.
- 董庆周, 魏凯, 孟庆祥, 吴福桢, 张广学, 钟铁森, 刘笃慧, 1987. 宁夏地区麦长管蚜远距离迁飞的研究. *昆虫学报*, 30(3): 277-284. [Dong QZ, Wei K, Meng QX, Wu FZ, Zhang GX,

- Zhong TS, Liu DH, 1987. Investigation on long distance migration of grain aphid (*Macrosiphum avenae* (L.)) in China. *Acta Entomologica Sinica*, 30(3): 277–284]
- 蒋月丽, 武予清, 段云, 高新国, 2011. 释放东亚小花蝽对大棚辣椒上几种害虫的防治效果. *中国生物防治学报*, 27(3): 414–417. [Jiang YL, Wu YQ, Duan Y, Gao XG, 2011. Control efficiencies of releasing orius sauteri (Heteroptera: Anthocoridae) on some pests in greenhouse pepper. *Chinese Journal of Biological Control*, 27(3): 414–417.]
- 刘向东, 翟保平, 张孝羲, 2004. 蚜虫迁飞的研究进展. *昆虫知识*, 41(4): 301–307. [Liu XD, Di BP, Zhang XY, 2004. Advance in the studies of migration of aphids. *Chinese Bulletin of Entomology*, 41(4): 301–307.]
- 陆云, 尹姣, 李克斌, 曹雅忠, 2013. 我国麦蚜飞翔及迁飞研究进展. *中国植保导刊*, 33(12): 21–24. [Lu Y, Yin J, Li KB, Cao YZ, 2013. Research progress on migration and flying of wheat aphids in China. *China Plant Protection*, 33(12): 21–24.]
- 苗麟, 郑建峰, 程清泉, 贾占录, 王红托, 梁红斌, 张寰, 李瑄, 张继红, 姜立云, 秦启联, 乔格侠, 2011. 基于吸虫塔(Suction Trap)的蚜虫测报预警网络的构建. *应用昆虫学报*, 48(6): 1874–1878. [Miao L, Zheng JF, Cheng QQ, Jia ZL, Wang HT, Liang HB, Zhang H, Li X, Zhang JH, Jiang LY, Qin QL, Qiao GX, 2011. Construction of a preliminary network of suction traps to monitor the migration of alate aphids in China. *Chinese Bulletin of Entomology*, 48(6): 1874–1878.]
- 韦永贵, 孙跃先, 李克斌, 尹姣, 钟涛, 曹雅忠, 2007. 田间麦长管蚜起飞行为初探. *植物保护与现代农业*. 北京: 中国农业科学技术出版社. 309–311. [Han YG, Sun YX, Li KB, Yi J, Zhong T, Cao YZ, 2007. The primary research of migration of *Macrosiphum avenae*. *Plant Protection and Modern Agriculture*. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press]
- 杨素钦, 杨逸兰, 1991. 北方冬麦区麦长管蚜远距离迁飞与气流运动的关系初探. *中国植保导刊*, 2(3): 11–15. [Yang SQ, Yang YL, 1991. The relationship between long distance migration of *Macrosiphum avenae* and air flow in winter wheat region. *China Plant Protection*, 2(3): 11–15]