



基于吸虫塔 (Suction Trap) 的蚜虫测报 预警网络的构建*

苗 麟¹ 郑建峰² 程清泉² 贾占录² 王红托¹ 梁红斌¹ 张 寰¹
李 瑄¹ 张继红¹ 姜立云¹ 秦启联^{1**} 乔格侠^{1**}

(1. 中国科学院动物研究所 农业虫害鼠害综合治理研究国家重点实验室 动物进化与系统学院重点实验室 北京 100101;

2. 河南省济源白云实业有限公司 中国科学院动物研究所生物农药中试基地 济源 459002)

摘 要 吸虫塔(suction trap)是用来监测麦类蚜虫和大豆蚜 *Aphis glycines* 迁飞种群动态的大型植保测报设备,在欧洲和北美洲已经呈网络安装分布,为蚜虫的预警和防控提供重要依据。作者借鉴欧美吸虫塔的工作原理和设计,设计并生产了符合我国地域特征的吸虫塔设备,在东北、华北、华中、华东、西北等地布点安装了21台,用于监控我国麦类蚜虫和大豆蚜的迁飞动态,初步形成覆盖我国小麦主产区和大豆主产区的吸虫塔网络系统。此吸虫塔总高8.8 m,由底部轴流风机运转产生的负压在塔顶部形成吸力,将迁飞经附近的小型昆虫吸入塔管,最后落入下部的样品收集瓶中,以此获得其迁飞的动态数据。吸虫塔网络的构建和完善,不仅为麦类蚜虫和大豆蚜的监控提供支撑,同时也为其它小型迁飞性昆虫监测、种群动态、生物多样性、生物信息学等研究提供数据。

关键词 吸虫塔, 网络, 监测, 预警

Construction of a preliminary network of suction traps to monitor the migration of alate aphids in China

MIAO Lin¹ ZHENG Jian-Feng² CHENG Qing-Quan² JIA Zhan-Lu² WANG Hong-Tuo¹
LIANG Hong-Bin¹ ZHANG Huan¹ LI Xuan¹ ZHANG Ji-Hong¹ JIANG Li-Yun¹
QIN Qi-Lian^{1**} QIAO Ge-Xia^{1**}

(1. State Key Laboratory of Integrated Management of Pest Insects and Rodents, Key Laboratory of Zoological Systematics and Evolution, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. Henan Jiyuan Baiyun Industry Co., Ltd., Pilot-Scale Base of Bio-pesticides, Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Henan Province 459002, China)

Abstract Suction traps are a plant protection device that can also be used to monitor the aerial population dynamics of small insects, especially aphids. For example, networks of these traps have been constructed in Europe to monitor the migration of wheat aphids and in North America to monitor the migration of the soybean aphid *Aphis glycines*. These networks have played an important role in controlling these pests. Following the operational principle and design of established suction trap networks in Europe and North America, we produced 21 traps and installed these in sites in northeastern, central and northwestern China. The original 21 traps have now been incorporated into a preliminary suction trap network covering China's main wheat and soybean growing areas. The height of each trap is 8.8 m compared to 12 m in Europe and 7.8 m in North America. Extending and completing the network will not only provide early warning of aphid outbreaks in wheat and soybean crops, but will also provide useful scientific data on the population dynamics, bioinformatics, and biodiversity of other migratory insects.

Key words suction trap, network, monitor, early warning

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(200803002、201103022)、中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-N-081)。

**通讯作者, E-mail: qinql@ioz.ac.cn; qiaogx@ioz.ac.cn

收稿日期:2011-09-20, 接受日期:2011-10-15

吸虫塔是依据空气动力学原理,将飞经塔顶管口附近的昆虫吸入塔管(欧洲吸虫塔高 12 m,美国吸虫塔高 8 m),落入下部塔箱中的样品收集瓶中,监测人员定时收集样品,统计目标昆虫的数量,以此获得其迁移的种群动态。

吸虫塔(suction trap)最早由英国洛桑实验站(Rothamsted Experimental Station)的 Johnson 和 Taylor 发明(Johnson, 1950; Johnson and Taylor, 1955),1964 年首次在洛桑实验站内运行(Taylor, 1973)。随后,在欧洲的英国、丹麦、荷兰、比利时、法国、瑞士、意大利、波兰等国相继安装运行,各国科学家协同合作,数据共享,建成了覆盖西欧、东欧的吸虫塔网络系统,用于预警蚜虫迁飞动态,同时也用于研究其它小型迁飞性昆虫的种群动态(Macaulay *et al.*, 1988; Fassotte *et al.*, 2008)。从 20 世纪 80 年代开始,美国陆续在中北部地区的伊利诺伊州、印第安纳州、爱荷华州、堪萨斯州、肯塔基州、密歇根州、明尼苏达州、密苏里州、南达科他州、威斯康辛州共 10 个州的大豆主产区构建了吸虫塔网络系统,用于麦类蚜虫和大豆蚜 *Aphis glycines* 发生动态的监控(Allison and Pike, 1988; Cullen, 2006),为麦类蚜虫和大豆蚜的防治提供依据,其监控数据在互联网上实时发布(<http://www.ncipmc.org/traps/>)。

过去我国植保工作者主要通过田间调查、色

板诱集等手段,获取蚜虫等小型害虫的田间发生动态,这些数据多反映了田间已经达到一定发生量时的状态,往往不能及时指导制定相应措施进行有效的防治。对于蚜虫早期的迁入和后期的迁出动态,目前没有有效的预警手段。为此,本项目组借鉴欧洲和美国吸虫塔的设计理念和思路,经过技术集成和创新,设计并生产了符合我国地域特点的吸虫塔设备(开始的型号是科云 ST-1A,改进型的型号是科云 ST-1B),并在东北、华北、华东、华中、西北等地区布点,安装了 21 台,初步形成了覆盖我国小麦主产区和大豆主产区的吸虫塔网络系统。

1 吸虫塔的结构

1.1 外观结构

吸虫塔整体采用玻璃钢材质,主体由上下两部分组成。上部是吸虫塔管,采用两段拼接式设计(此设计便于运输和安装,前期安装的“科云 ST-1A 型”吸虫塔的塔管是一根 6 m 长的玻璃钢管),中间由法兰连接,每段 3 m,全长 6 m。下部是支撑吸虫塔管的机柜及固定底座(部分嵌入地下),机柜及底座露出地上部分的高度是 2.3 m。吸虫管管口顶端距地面为 8.3 m,吸虫管上端设有锥形防鸟网,网高 0.5 m,因此吸虫塔总高度为 8.8 m(图 1)。

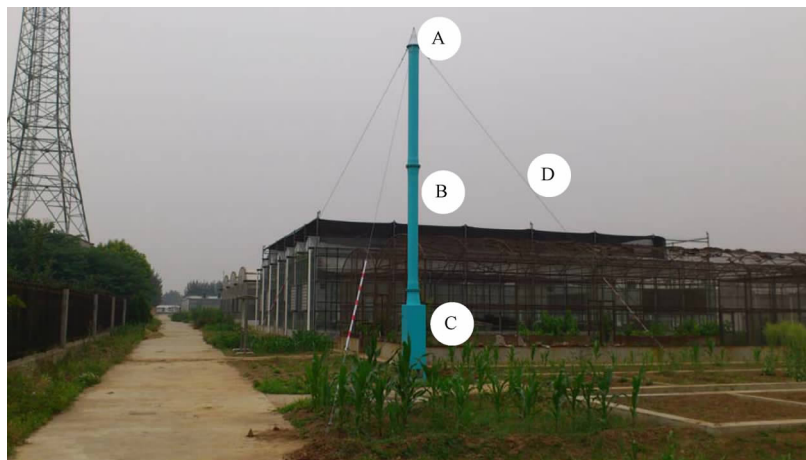


图 1 安装于陕西省杨凌西北农林科技大学试验地内的吸虫塔

Fig.1 A suction trap installed at the site of Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi Province

A. 防鸟网 Bird-proof net; B. 塔管 Pipe; C. 机箱 Cabinet; D. 斜拉固定钢索 Fixing steel cable.

1.2 内部结构

吸虫塔的主要功能部位是机柜。机柜内部自上而下分布有样品收集网、样品收集瓶、轴流风机(图2)。机柜上部以锥形开口与塔管相连,整个设备通体密封,保证由轴流风机产生的负压能够在塔管的上端开口形成负压,对飞经塔管口的昆虫产生吸力。

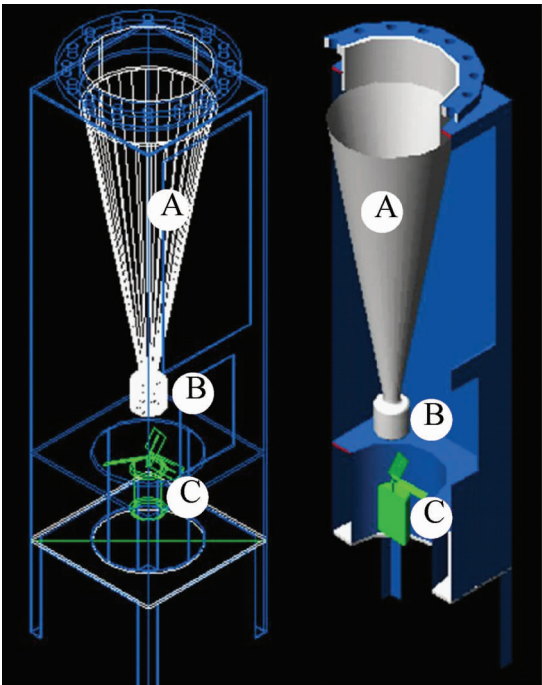


图2 科云 ST-1B 型吸虫塔机箱内部结构示意图
Fig.2 Inner sketch map of the cabinet
A. 样品收集网 Sample collection mesh;B. 样品收集瓶 Sample collection bottle;C. 轴流风机 Axial flow fan.

为了方便操作,设备还安装了时控器,可以根据害虫发生的情况,设定轴流风气开闭的时间,节省能源,延长风机使用寿命。

1.3 主要技术参数

吸虫塔的吸虫效果主要是风机转速、吸风量、塔管直径、塔管高度等参数协同作用的结果。根据实际情况,设置了如表1的主要技术参数。

2 吸虫塔网络的构建

从2009年至2011年,在我国的黑龙江、吉林、辽宁、北京、河北、河南、陕西、江苏、湖北、安徽的10个省市陆续安装了21台吸虫塔(图3),初步形成了覆盖我国小麦主产区和大豆主产区的吸虫塔

表1 科云 ST-1B 吸虫塔主要技术参数

项目 Items	技术参数 Technical parameters
风机风量 Air volume of the fan	2 000 m ³ /h
风机转速 Velocity of the fan	1 450 r/min
风机功率 Power of the fan	0.12 kW
塔管内径 Inner diameter of the pipe	244 mm
电源 Electrical source	220 V, 50 Hz
总高度 Full-height	8 800 mm
整机质量 Weight	200 kg
规格 Size	480 mm × 500 mm × 8 300 mm

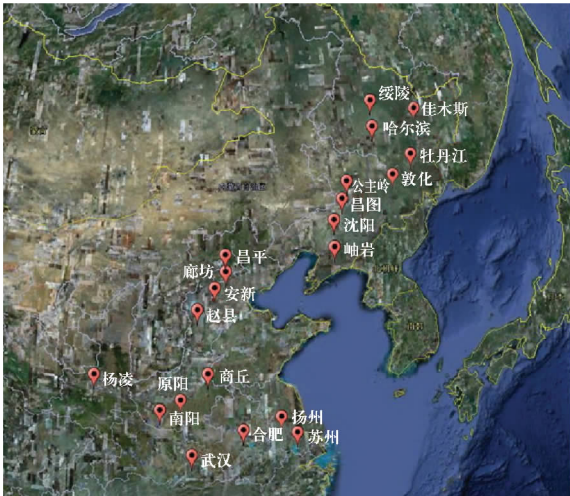


图3 安装的吸虫塔已初步构建成为网络系统
Fig.3 The constructed preliminary suction trap network

网络系统,为小麦蚜虫和大豆蚜虫的早期预警和有效防控奠定了基础。

3 基于吸虫塔测报的优势和特点

吸虫塔收集处理一定高度(8 m 高度上下)的

昆虫,与常规田间调查的手段相比,具有独特的优势和特点。

3.1 对早期蚜虫的发生具有较强的预警作用

蚜虫自主飞翔能力较弱,要借助气流才能够起飞迁移。常规的田间调查一般只能获得本地蚜虫发生量,对长距离迁入的蚜虫,特别是早春从越冬寄主上迁入的蚜虫缺乏监控作用。吸虫塔吸取的都是 8 m 左右空中飞过的蚜虫,在蚜虫发生早期是迁入蚜,发生晚期是迁出蚜,对蚜虫的发生为害具有非常强的预警作用。已获得的数据说明,吸虫塔获得的蚜虫迁入动态数据(迁入高峰期)普遍要比田间调查的早 3 ~ 5 d(项目组未发表数据),这为了解蚜虫的种群动态,及时布局蚜虫防控,尽早控制蚜害的发生争取了时间。

3.2 高效省工,用途广泛

吸虫塔属于半自动化的植保监控设备,开启后操作人员只需定期更换样品收集瓶,省去了常规的田间调查。除冬季外,风机持续开启,可以轻松获得全年蚜虫发生的动态数据,数据系统完整。除了蚜虫外,吸虫塔还可以同时收集其它小型迁飞性昆虫,如:飞虱、蓟马、叶蝉、小型蛾类、吸浆虫等,为这些害虫的测报和科学研究提供数据。

两年来,吸虫塔收集到的昆虫样品种类分属半翅目、双翅目、膜翅目、鳞翅目、鞘翅目等(项目组未发表数据),这些标本为昆虫生物多样性、昆虫迁移种群动态、昆虫资源调查、物候学等的研究,提供了宝贵的研究材料。

3.3 吸虫塔网络系统

区域性范围内布局吸虫塔(间距在 150 km 左右)形成吸虫塔网络系统,采用标准化的运行模式,统一管理,协同监控,数据共享,将形成对目标害虫的系统性、区域性、大尺度的有效监测和预警,不仅在害虫预测预报的方法和数据的有效性上有所突破,同时也非常符合我国当前“绿色植保,公共植保”的理念,也是公益性行业专项追求的目标之一。

4 未来与吸虫塔网络有关的研究与工作

吸虫塔在我国是一种新型、公益性的植保测报设备,其安装运行都需要国家和行业的长期支持,获得的数据也应开放给全社会共享。目前需要建立并运行专业网站,把各个吸虫塔网点的数

据在网站上实时发布,为政府部门和各级植保、科研人员提供参考,服务于我国的植保和科研事业。除此之外,我国吸虫塔网络的完善、与国际吸虫塔网络的对接,以及基于该网络获得的数据可能开展的研究等,将是未来需要重点发展的方向。

4.1 我国吸虫塔网络的完善

目前我国已经安装的 21 台吸虫塔主要分布在部分小麦主产区和大豆主产区,结合公益性行业科研专项重点监测麦类蚜虫和大豆蚜。实际上,就小麦蚜虫的综合监控而言,目前的吸虫塔布点仍然不足,环渤海地区、西部的春小麦产区还处于空白。另外,除了上述两类蚜虫以外,为害棉花、烟草、玉米等重要经济作物的棉蚜、桃蚜、玉米蚜等重大害虫的监测,仍然没有纳入该系统的布局中。因此,未来需要根据已有的吸虫塔网络,对没有覆盖到的棉花、烟草、玉米种植区进行安装布点,这样方能充分发挥吸虫塔的监测与预警作用,为重要小型害虫的防控、预警提供全面而可靠的数据。

4.2 与国际吸虫塔网络的对接

对于我国已经建立的吸虫塔网络的运转,需要在数据收集、整理与数据库建设等方面与国际 Suction Trap 网络进行无缝对接,从而在全球范围内共享农业害虫监测的动态数据,为政府决策和农业监测与管理部门提供准确的监测数据和信息支持。因此,基于吸虫塔获得的标本和数据信息的采集与整理标准、规范,还需要尽快制定并发布,在充分体现我国监测网络特殊性的基础上,与国际标准与规范接轨,以利于数据的全球共享。

4.3 规模化数据的挖掘

随着吸虫塔网络的建成与运转,基于吸虫塔的规模化、网络化收集,将会积累大量连续的、多点的、长期的害虫时空动态变化数据和信息,以及相应的物候资料。如何对这些不断丰富和完善的数据进行规范化整理,并通过生态学与生物信息学理论与方法,对这些数据进行分析,从中挖掘这些数据隐含的生物学信息与生态学意义,相信将是该领域未来最为重要的研究方向。

参考文献(References)

Allison D, Pike KS, 1988. An inexpensive suction trap and

- its use in the aphid monitoring network. *J. Agric. Entomol.* , 5:103—107.
- Cullen E, 2006. Soybean aphid suction trapping. Proc. of the 2006 Wisconsin Fertilizer, Agrilime & Pest Management Conference. 108—114.
- Fassotte C, Delécolle JC, Cors R, Defrance T, De Deken R, Haubruge, Losson B, 2008. Culicoides trapping with rothamsted suction traps before and during the bluetongue epidemic of 2006 in Belgium. *Prev. Vet. Med.* , 87(1/2): 74—83.
- Johnson CG, 1950. A suction trap for small airborne insects which automatically segregates the catch into successive hourly samples. *Ann. Appl. Biol.* , 37(1):90—91.
- Johnson CG, Taylor LR, 1955. The development of large suction traps for airborne insects. *Ann. Appl. Biol.* , 43(1):51—61.
- Macaulay EDM, Tatchell GM, Taylor LR, 1988. The Rothamsted insect survey '12-metre' suction trap. *Bull. Ent. Res.* , 78(1):121—129.
- Taylor LR, 1973. Monitor surveying for migrant insect pests. *Outl. Agric.* , 7:109—116.