

# 我国农作物现代病虫测报建设进展

刘万才\*, 黄冲

(全国农业技术推广服务中心, 北京 100125)

**摘要** 2000年以来,在党和政府的高度重视下,全国各级植保部门抓住信息化快速发展的历史机遇,大力推进现代植保体系建设,在新型测报工具研发应用、信息系统建设、预报发布方式创新等方面进行了大胆探索,取得了明显进展。尤其是开发应用了重大病虫害远程监测物联网,实现了对田间作物长势、病虫害种类和数量,以及农田小气候的远程实时监测;开发了害虫性诱实时监控系统和病害实时预警系统,实现了对性诱剂敏感害虫以及对马铃薯晚疫病、小麦赤霉病的远程实时监测;建成和应用了全国农作物重大病虫害数字化监测预警系统,实现了农作物病虫测报信息采集规范化、报送网络化、处理自动化、预报展示可视化;创新实施“电视—广播—手机—网络—明白纸”“五位一体”现代病虫预报发布模式,极大地提高了预报信息的传输速度和覆盖面。但当前也面临一些问题:一是气候异常、耕作制度和人类活动的变化导致病虫害暴发、重发频率提高,而测报体系又面临严重的人手不足、保障不力等问题;二是生态绿色安全农产品生产对病虫测报提出了更高的要求;三是随着种植业结构调整,优势特色园艺作物将成为大产业,但技术贮备不足;四是互联网+、大数据和云计算等信息技术的发展,迫使加快技术革新。针对这些问题,提出下一步推进现代测报建设的对策:一是加强网点建设,推进测报装备自动化;二是加快信息平台建设,推进测报手段信息化;三是创新预报方式,推进预报发布多元化;四是加强技术研究,推进预测方法模型化;五是简化测报方法,推进测报调查实用化;六是加强体系建设,推进测报队伍专业化。

**关键词** 自动化; 智能化; 测报工具; 信息平台; 预报发布

**中图分类号:** S 431 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018248

## Advances in modern crop disease and pest forecast in China

LIU Wancai, HUANG Chong

(National Agro-Tech Extension and Service Center, Beijing 100125, China)

**Abstract** Since 2000, with the high attention of the party and the government and the historical opportunity for the rapid development of information technology, the plant protection organizations in China have promoted the construction of modern plant protection system for great progresses, including the development and application of new monitoring tools, the construction of information system, and the innovation of information delivering methods. Particularly, we have developed and applied the internet of things for remote monitoring of pests, which realizes the remote monitoring of the field crop growth, pest species and counting, and the field microclimate. Secondly, we have developed some real-time monitoring and early warning systems for diseases and pests, which realizes the auto-monitoring of insect pests sensitive to sex attractants, potato late blight and wheat scab. Thirdly, we have developed and applied the national crop pest and insect pest digital monitoring and warning system, realizing the standardization of information collection, networking of data transporting, automation of data analysis, and the visualization of the forecast. Finally, we implement the “five-in-one” modern information release mode of “television-broadcast-mobile phone-network-information”, which has greatly improved the disseminating speed and coverage of forecast information. But some problems also exist at present. It is necessary to promote the construction of modern monitoring network to realize the automation of monitoring tools, speed up the construction of information platform to realize the informatization of methods, innovate the forecasting methods to realize the diversification of information release, strengthen the research to realize the prediction modeling, simplify the

收稿日期: 2018-06-11

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFD0200300); 中国烟草总公司科技专项(NY20150601070012)

\* 通信作者 E-mail: liuwancai@agri.gov.cn

forecasting methods to realize the practicability of surveying, and strengthen the system construction to promote the professionalization of technicians.

**Key words** automation; intellectualization; monitoring and forecasting tool; information platform; forecast information release

病虫测报是植物保护工作的基础,在重大病虫害防控工作中起着信息支撑和决策支持的作用。精准的测报可以指导农户“防与不防、什么时候防、防几遍、用什么方式防”,从而提高防控效果,最大限度地减少农药用量。2000 年以来,我国农作物病虫测报事业在党和政府的重视下,取得了明显进展。尤其是 2013 年农业部印发《农业部关于加快推进现代植物保护体系建设的意见》<sup>[1]</sup> 文件后,我国现代植保体系建设得到较快发展<sup>[2]</sup>。全国农作物病虫测报体系乘势而上,抓住信息化快速发展的机遇,充分利用互联网+、物联网等现代信息技术,在自动智能新型测报工具研发应用、病虫测报信息系统建设、预报发布方式创新等方面进行了大胆的探索,取得了明显进展。

## 1 病虫监测工具自动化研发应用取得重要进展

### 1.1 自动虫情测报灯等新型测报工具在应用中不断升级,初步完成了重大病虫实时监控物联网技术改造

以佳多自动虫情测报灯系列测报工具为代表,近年来,研发人员充分利用物联网技术,通过升级改造,利用以视频、拍照和自动分类计数为核心的病虫害实时监控技术,开发了可远程自动控制的新型测报工具<sup>[3]</sup>。一是开发应用了害虫发生信息自动采集系统。在自动虫情测报灯原有的自动定时开关、自动红外杀虫烘干、自动逐日转格等功能的基础上,进一步开发了远程自动定时拍照上传图片功能。对于有一定经验的测报人员,每天可通过检查网络系统内的害虫图片,分类计数各类目标害虫的发生种类和数量;借助大数据和深度学习技术,更新一代的系统自动分类计数产品已经开始示范应用,从而实现了足不出户实时掌握各类害虫发生动态的跨越。二是开发应用了病虫害远程实时监控系统。通过在计算机终端远程操控安装在田间的监控设备,可以实时观测到田间作物长势,以及作物上病虫害的发生危害情况。其优点是可以成为测报人员的“千里眼”,进行野外录像、拍照,为测报人员实时展现野外场景,尤其适宜在恶劣环境下开展监测工作。三是开发应用了病菌孢子保湿培养监控系统。通过将孢

子捕捉仪捕获的病菌孢子进行保湿培养,促使其萌发后,通过显微摄影、上传图片,及时观测田间病菌孢子情况,分析预测有关病害的发生趋势。四是开发应用了田间小气候采集系统。通过设置在田间的小气候仪实时自动采集和上传田间各类气象因子,为建设农田小气候数据库,实施农作物病虫害模型预测奠定了基础。目前,该套产品已在全国大部分省、自治区、直辖市试验、示范,正在作为新一代的测报工具推广应用<sup>[4]</sup>。

### 1.2 重大害虫性诱测报工具研发解决了多项关键技术,已全面开始推广应用

以浙江大学杜永均研究团队为代表,为实施重大害虫性诱实时监测,该团队历经十多年,从多方面各环节开展了系统研究,解决了多项关键技术,组装了配套技术,为该项技术的推广应用奠定了基础。一是研究明确了害虫性信息素的作用机制,解决了主要害虫性信息素分析、提纯及合成关键技术,为大量开发利用昆虫性信息素进行虫情监测和害虫防治创造了条件<sup>[5-6]</sup>。二是开发了稳定均匀释放的测报专用性诱芯,差别化的高效诱捕器和配套的应用技术。克服了因释放量不均匀对监测准确性的影响,解决了害虫性信息素大面积使用的技术难题;攻克了性信息素缓释技术难题,开发了多个类型稳定均匀释放的害虫性诱芯,解决了害虫性诱监控的技术瓶颈;开发了“漏斗式”“屋式”“罐式”等差别化的高效干式(无水盆)诱捕器,解决了害虫性诱监控的技术难题。通过反复试验,明确了害虫性诱监测诱捕器在田间的安装位置、悬挂高度、安装方法等应用技术,并制定了主要害虫性诱测报技术规范,为大范围实施害虫性诱监控技术提供了技术支撑<sup>[7-12]</sup>。三是研究解决了害虫性诱自动计数关键技术,研建了害虫性诱监测预警系统,实现了害虫性诱自动监测预警。根据害虫的生物学特性,经过多年反复试验,设计诱捕器类型和自动计数方法,降低了重复计数和漏计、乱计现象。研建的害虫性诱监测预警系统,既可以对某一个观测站点某一种或几种害虫发生情况进行实时观测,也可以通过系统联网,对多点的同一害虫或者多种害虫进行联网实时监测,提高了其实

用性,为大面积推广应用创造了条件<sup>[12-13]</sup>。四是研发了多套诱捕器组合使用技术。一般情况下,1 个诱捕器只安装 1 种诱芯,只能诱测 1 种害虫。对于同一个观测场点需要观测多个害虫对象的实际需求,该团队研究开发了多套诱捕器组合使用技术,采用 1 个网关,一个观测场最多可设置 8 个诱捕器,可根据观测场监测对象的多少,选择诱捕器的种类和数量,较好地解决了 1 个观测场点多种害虫的监测问题。不仅提高了设备的实用性,也降低了设备的使用成本。北京依科曼生物技术公司以性诱芯为核心,也研发推出了害虫(性诱)远程实时监测系统,在害虫的自动计数和信息平台建设方面也取得了明显进展<sup>[14]</sup>。2016 年,全国农业技术推广服务中心在统一建设标准的基础上,已将害虫性诱实时监控正式接入中国农作物有害生物监控信息系统,开展全国重大害虫的联网监测,以促进这项技术应用。

### 1.3 重大病害实时监测工具在预测模型研究的基础上,通过开发预测因子实时采集设备,进行了大范围的示范和推广应用

一是马铃薯晚疫病实时预警设备已广泛应用。利用比利时艾诺省农业应用研究中心研究的马铃薯晚疫病预测模型(CARAH),开发了马铃薯晚疫病实时预警系统,通过田间小气候仪实时采集上传温度、湿度、降水量等气象因子,实现了对马铃薯晚疫病田间发病情况的实时监测和自动预警。通过 10 多年的实践、验证和开发,在全国马铃薯主产区得到了广泛的推广应用<sup>[15]</sup>。2014 年全国农业技术推广服务中心开发建成了中国马铃薯晚疫病实时监测预警系统,将安装在全国 12 个省、自治区、直辖市的 400 多台马铃薯晚疫病实时监测设备进行了联网,不仅可以对每个监测站点病害的发生情况进行实时监测预警和指导防治,而且实现了全国联网实时监测,病害测报的自动化、智能化程度明显提高<sup>[16-18]</sup>。二是小麦赤霉病预报器已开始进入示范推广阶段。西北农林科技大学胡小平、商鸿生研究团队经过 30 多年的系统研究,在对陕西关中地区小麦赤霉病的发病机理和流行规律的研究方面取得了实质性的进展,构建了小麦赤霉病实时监测预测模型,不仅可以实时监测赤霉病的发病情况,而且可以在提前 7 d 预测病害发生趋势的前提下,对病害进行滚动预测,不断校正预测程度,对于及时指导病害精准预防具有重要意义。在此基础上,该团队开发了实时采集田

间气候因子的专用设备,并输入田间玉米、水稻秸秆带菌量和病菌成熟度等预测因子,实现了对小麦赤霉病的实时监测和预报<sup>[19]</sup>。2015 年以来,陕西省植保总站、全国农业技术推广服务中心组织在陕西、江苏、四川、河南等省 20 多县(市、区)开展试验、示范和推广工作,并开发建设了小麦赤霉病远程实时预警系统,进一步实现了对全国小麦赤霉病的联网实时监测和预报,成为农作物病害自动监测预警的又一成功范例。三是主要病虫害预测模型和自动监测工具研发呈现加快趋势。借鉴马铃薯晚疫病实时预警系统、小麦赤霉病预报器等产品成功开发和应用的经验,以及近年来物联网技术提供的科技支撑,有关专家团队和企业还开发了小麦白粉病、水稻二化螟、稻瘟病等病虫害实时预警系统,并在加紧试验、示范,为实施农作物病虫害自动化监测预警探索了新的思路。

### 1.4 各类移动采集自动计数设备不断开发,实用性逐步提高,有望在田间数据采集中推广应用

为提高田间病虫数据采集和传输效率,有关专家和企业通过合作,开发了多种田间病虫发生数据移动采集设备,显示了较好的应用前景。一是田间病虫数据填报设备。为提高调查数据的传输速度和工作效率,北京金禾天成科技公司、通辽市绿云信息技术有限公司基于国家和各地测报数据报送的需要,利用多款移动端,开发了田间数据采集设备,通过在田间使用,监测调查数据可直接上报到各省和国家测报信息系统,已在北京、山西、内蒙古等省区推广应用。二是移动端信息采集设备。黑龙江省植保站以 GPS 为载体,开发了稻瘟病田间病情实时监测网络设备<sup>[20]</sup>,测报人员在田间取得的调查数据以及行走的轨迹可实时上传到网络系统,而且只有在田间才能上报数据,防止了个别测报人员不负责任地估计填报,提高了调查的准确率,已在黑龙江全省投入应用。三是病虫害拍照自动计数设备。中国科学院中科感知大数据公司利用大数据和深度学习技术开发的病虫害田间采集系统,可在使用专业设备或普通手机等设备拍照的前提下,自动识别、分类计数病虫害的种类和数量,为实施病虫测报信息采集创新与改革创造了条件。

## 2 病虫测报信息系统建设和应用水平全面提升

### 2.1 全国农作物重大病虫害数字化监测预警系统已投入使用 8 年,在病虫测报中发挥了重要作用

自 2009 年开始,在农业部领导的高度重视下,

全国农业技术推广服务中心采用“总体规划、分步实施”的思路,开发建成了农作物重大病虫害数字化监测预警系统,初步实现了病虫测报数据的网络化报送、自动化处理、图形化展示和可视化发布,全国农作物病虫测报信息化建设取得显著进展<sup>[21-27]</sup>。

### 2.1.1 测报数据上报

围绕全国农作物重大病虫害监测信息报送工作需要,采用网络计算机终端填报和手机移动端填报相结合的方式,设计了水稻、小麦、玉米、棉花、油菜等作物重大病虫害,以及蝗虫、黏虫、草地螟和重大病虫害发生和防治信息周报等共 151 张数据上报表格,填报数据项 6 000 多项,实现了测报数据自动入库和汇总分析,使全国病虫测报信息的报送进入了网络信息时代,极大地提高了测报信息传输的时效性。

### 2.1.2 数据分析处理

在实现重大病虫害测报数据网络报送、自动入库和查询汇总的基础上,开发了多种数据分析功能:一是统计分析功能。可对全国及各省各项监测数据进行统计分析比较,以判断其发生状况。二是专题图分析。采用图表、地理信息系统,及其相结合等方式对专题数据进行分析展现。三是 GIS 分析。采用地理信息系统(GIS)或 Flex 等技术手段对分析指标进行插值分析。

### 2.1.3 图形化展示预警

使用 GIS 插值分析功能,实现了对全国某个重大病虫害发生分布和发生状况的直观展示;开发了病虫发生动态推演功能,能够动态展示一段时间内某种病虫害随着时间的变化发生的地理空间的变化和趋势,对重大病虫害的蔓延扩展过程进行动态展示,提高了重大病虫害发生情况展示的直观性。

### 2.1.4 监测防控咨询

为提高对基层植保机构的业务指导能力,系统开发了农作物病虫害专家知识库及专家网络咨询等平台。专家知识库收录了主要病虫害的危害症状、发生分布、防治方法及相关照片等数据,并支持全文检索、关键字检索等功能。专家网络咨询平台和远程诊断平台,提供专家在线咨询、专家离线留言和植保人员互动交流等各项功能,实现知识共享、信息交流、知识普及和技术指导等。

### 2.1.5 业务考核管理

为加强对各级植保测报机构的业务管理,系统开发了多种业务数据管理功能,确保数据上报的及

时性、完整性。系统将报送任务(包括时间、内容等)明确到每个基层站,并提供“报送提醒”和“漏报催报”功能;对于每个基层站的所有报送情况,系统提供统计考核功能,实现对每个测报站完成情况和迟报、漏报情况的考核。

## 2.2 省级农作物病虫测报信息系统建设同步推进,初步实现了与国家系统互联,在推进重大病虫害监测预警信息化建设方面功不可没

### 2.2.1 省级测报信息系统建设基本概况

据调查,截至 2017 年底,全国共有 27 个省级植保机构开发建设了各具特色的病虫测报信息系统,进展如下:一是系统内容基本覆盖主要监测对象,包括主要粮食和棉油糖等经济作物以及果菜茶等园艺作物病虫害近百种,超过各地监测对象的 85% 以上。二是系统功能基本覆盖主要测报业务,主要包括测报数据上报、智能分析、预报发布、监测站点管理等功能。三是系统应用基本覆盖病虫重点监测站点,国家及省级系统已在 1 340 多个测报区域站(监测点)推广使用,覆盖率达 85% 以上。四是系统类型既有侧重又有创新。大多数的省级系统与国家系统相近,以监测数据传输和分析处理为主;新疆、河北和安徽等省(自治区)特色较为明显,其调度指挥、网络会商和模拟预测功能较强<sup>[23]</sup>。

### 2.2.2 远程预警防控指挥系统

以新疆农业有害生物远程预警防控指挥系统为代表<sup>[28]</sup>,目前该系统包括 1 个农业有害生物远程预警防控指挥中心和 20 个远程预警指挥控制终端站,覆盖全疆 10 个地(州)的 20 个县(市),实现了病虫远程监控、防控指挥与灾害诊断。在关键生产季节和主要病虫害高发期,各终端站对重点区域的病虫发生动态进行监控、巡查,将病虫实况以高清视频形式全方位现场采集与实时传输到指挥中心。指挥中心通过远程实时监控,随时掌握主要作物、关键环节的病虫发生动态与防控情况,对监测任务和应急防控进行实时指挥调度。针对新发、突发病虫害,可邀请专家在指挥中心实时开展远程诊断,当某地病虫害流行、暴发时,可组织召开远程视频会议。指挥中心可在第一时间迅速调取现场监控画面,了解受灾情况。异地的专家、领导可通过 WEB 方式远程登录系统,随时随地获取远程终端画面并给出指导意见,通过网络实现了多级监控、管理。区别于传统固线监控手段接入,该系统的主要特点是远程控制

终端作为可移动的监控站,可实现多方位、多元化、无盲点的全方位病虫害监控,具有轻巧便携、机动灵活、响应迅速等。

### 2.2.3 网络会商系统

以河北省网络会商系统为代表<sup>[29]</sup>,可容纳 48 位用户同时视频在线交流,具有五大功能:一是文字交流。与会者可通过文字方式进行自由交谈和讨论。二是文件共享与分发。会议用户可以向某个或所有与会者发送自己计算机上的文件,并可在平台界面上演示、共享 PPT、WORD、EXCEL 等各类文档。三是电子白板。允许会议用户在公用的电子白板程序上绘制图形并键入文本,支持从其他程序进行图片和文字的复制粘贴,特别适用于对某个问题进行现场示例或画图说明。四是会议录制。参加会议的用户可同步录制全部会议内容,包括多路声音、视频图像、数据共享等,便于存档或回放;通过 IE 浏览器即可在线播放或离线播放,视频可单独放大,文字消息可以粘贴、复制。五是会议管理。系统具有功能完善的会议管理功能,会议管理员可对会议进行灵活有效的调节、控制和管理。

### 2.2.4 模拟模型预测系统

以安徽省农作物病虫害监测预警系统为代表<sup>[30]</sup>,其主要特点是建立了多种模型预测分析系统,如针对不同种植生态区的小麦赤霉病、白粉病的模拟预测系统,在全国农作物病虫害信息系统建设中独具特色。

1)网络会商(GAHP)。按照会商流程,采用定性与定量相结合方法,构建了基于 GAHP 的网络群体商会预测系统,实现了省、市、县三级植保专家理论知识与实践经验汇聚的网络会商预测功能。该商会预测平台采用背靠背网络运行方式,排除了现场会商权威人员的影响,经符合度检验,效果良好。该系统包括预测决策、知识浏览、系统管理维护 3 个模块,各自功能完善,保证系统高效运行。

2)气象相似年分析(CBR)。结合智能计算、机器学习理论提出相似年匹配的案例学习策略,构建了基于先验知识的农作物病虫害气象相似年分析预测系统,优化了主要病虫害的预测参数。预测过程中,采用滑动窗口分段匹配和预设模式匹配方法,拓展了预报数据和历史已知数据匹配利用,延伸了数据的时间链,获得了相对较高的可信度和执行效率,实现了病虫害分区、动态滚动预测。

3)综合分析预测。对安徽省各市、县多年病虫害

会商研讨形成的理论和实践经验进行整理和总结,针对每一种病虫害分别制定了一组对应的发生经验预测参数,形成病虫害发生经验预测计算模式,领域专家根据经验对病虫害发生影响因素进行参数化和赋权值,由计算机计算得到病虫害发生风险提示结论。该预测系统将智能计算与专家经验预测相互融合,提高了病虫害预测的实用性和灵活性。

4)大数据分析预测。用户可根据具体病虫害数据分析的需要,自主选择筛选条件并能灵活设置其他选项,动态地生成可视化结果,大大提升了病虫害数据的可读性。此外,系统具有的拖拽重计算、数据视图、值域漫游等特性赋予用户对数据进行进一步挖掘和整合能力。

5)逐步判别预测。由于影响农作物病虫害发生有众多变量参数,但这些变量在预测判断模型中所起的作用大小不同,逐步判别法就是在判别过程中不断地提取重要变量和剔除不重要变量,最终得到最佳的判别法则的过程。

## 2.3 病虫害测报信息化建设成效显著

### 2.3.1 实现了测报数据报送网络化,加快了信息传输速度

系统建设统一了测报调查标准和信息汇报制度,基层区域站调查监测取得的测报数据,能够通过国家、省级监测预警系统实时上传到数据库中,且报送过程简单、快捷,极大地提高了工作效率。北京、浙江、黑龙江等省(直辖市)还开发了移动采集系统,采用全球定位系统(GPS)、移动手持电脑(PDA)、智能手机等现代科技设备,实现了重大病虫害发生信息的实时采集和上传。

### 2.3.2 实现了测报信息分析智能化,提升了快速反应能力

各地信息系统开发的多种数据分析处理功能、智能化的数据分析、预报方法以及图形化分析处理功能,可随时查询、分析、汇总和图形化展示多个站点当年或历史数据,解决了目前测报数据利用率偏低、分析方法单一等问题。安徽、山西等省开发了预测模型辅助预测功能,上海、山东、四川等省(直辖市)开发了视频会商功能,提高了病虫害监测预警快速反应能力。

### 2.3.3 实现了数据库建设标准化,建成国家数据库

通过统一数据格式和标准,补充录入历史数据和实时录入调查数据,初步建成了国家农作物重大

数据库。据统计,全国各级系统目前共设计报表 2 520 多张,数据量超过 360 万条,年均积累数据 60 余万条。仅国家系统而言,目前已积累信息报表 200 多万张,数据近 3 000 万个。北京市已完成近 30 年来的测报历史资料电子数据库建设。这些测报数据的积累,为进一步开展测报技术研究,探索预报技术方法,提高预报服务水平奠定了坚实的基础。

### 3 病虫害预报多元化发布取得新进展

#### 3.1 创新预报方式

2000 年以来,全国农技中心大力探索电视、广播、手机、网络和情报“五位一体”的现代病虫害预报发布新模式,使预报信息发布达到了“快、广、准”的目标,极大地提高了预报信息的覆盖面和到位率,在农业农村部组织的 2012 年度绩效管理创新项目汇报评比中,该项目获得了农业农村部部属事业单位组第一名的好成绩<sup>[31-33]</sup>。

##### 3.1.1 重大病虫害警报电视预报

为做好重大病虫害预报信息的电视发布工作,提高预报信息的覆盖面、收视率和到位率,我们借助农业农村部和国家气象局合作机制,对重大病虫害预报通过中央电视台综合频道(CCTV-1)天气预报栏目发布,极大地提高预报信息的覆盖面和入户到位率。如针对 2012 年小麦赤霉病、三代黏虫的严重发生情况及时通过 CCTV-1 发布,对于宣传动员广大农民及时开展防治、提高防治效果、减轻灾害损失起到了积极作用。

##### 3.1.2 重要病虫害预报手机平台发布

对于一些重要的病虫害预报,及时将有关预报信息编成手机彩信,通过系统彩信发布平台和中国联通短信通道及时发送到生产管理和植保技术人员手机上,起到很好的督促提醒作用。到 2017 年,全国农技中心及部分省植保机构开发了“病虫害情报”微信公众账号<sup>[33]</sup>,所有关注该公众号的人员都可在第一时间收到全国及各地的病虫害最新发生信息。

##### 3.1.3 全部预报信息专用网站发布

2010 年以来,我们每年都对全国农技推广网病虫害测报网页进行升级改版,开设了全国预报、各地预报、病虫周报、彩信预报、电视预报和重大警报等多个类型的预报发布栏目。在发布内容上,除发布全国的预报信息外,还组织各省植保站上传发布各地病虫害预报信息,从而形成了上下一体、左右衔接的信

息集群,极大地丰富了预报信息内容,极大地提高了预报信息的利用率,促进了防治工作的开展。

#### 3.2 预报创新主要成效

通过预报方式创新,解决了传统的预报发布不及时,难以到达农民手中的问题,预报信息到位率和覆盖面大幅提高。

##### 3.2.1 信息发布快捷,时效性强

通过电视、网络和手机等现代媒体发布预报信息,最大的优势就是信息传递迅速,预报信息一发出,用户马上就能收到,对指导和动员农户开展防治时效性更强。

##### 3.2.2 信息覆盖面广,到位率高

网络、电视的覆盖面远大于传统的纸质预报发布方式,尤其是中央电视总台 CCTV-1 天气预报栏目发布预报,既是王牌渠道,又是黄金时段,预报信息的覆盖面和到位率大幅提高。

##### 3.2.3 信息展示直观,实用性强

采用电视—手机—网络结合、文字—图像—语音结合的方式发布预报信息,图形化、可视化展示,通俗易懂,便于广大用户理解和掌握,预报使用效果好。

##### 3.2.4 信息长期保存,查询性强

通过专用网站发布预报信息,既可扩大信息覆盖面,又可使预报信息随时查询,还能使预报信息长期保存,反复利用,提高了预报的使用价值。

##### 3.2.5 信息受众广泛,影响力强

通过现代媒体发布预报信息,受众既有政府部门高层决策者,也有中层管理者和技术人员,还有广大农民等生产者。预报信息往往被多家主流媒体转载,进一步扩大了其社会影响力。

### 4 病虫害测报业务建设取得新成果

#### 4.1 建立业务年报制度

从 2009 年开始,全国农业技术推广服务中心建立了农作物病虫害测报年报制度,每年组织编辑出版《农作物病虫害监测预警工作年报》,到 2016 年,已累计出版 8 卷。每年通过认真总结当年农作物重大病虫害发生实况、特点和原因,评估检查预测预报结果的准确性,并分析预报产生偏差的原因,为深入研究病虫害发生规律和影响因素,制定和完善预测方法积累经验。同时,“年报”还对每年的重要工作、重大项目研究与实施进展进行总结,对开展的重要活

动进行记录,从而为测报事业发展积累了宝贵的历史资料<sup>[34-39]</sup>。

#### 4.2 大力开展测报交流活动

多年来,全国农业技术推广服务中心根据不同阶段的工作重点,每年确定一个主题,策划举办测报技术研究与管理交流活动。近年来,先后组织举办了全国农作物病虫测报经验交流会、全国农作物病虫测报技术研讨会、全国农作物重大病虫害数字化监测预警推进工作会、全国农作物标准区域站创建工作会、全国新型测报工具研发和应用技术研讨会等重要研讨和交流活动,开展了全国病虫测报先进集体和先进工作者评选表彰、优秀论文评比表彰和数字化建设评比表彰,编辑出版了《病虫测报经验与启示》《病虫测报创新与实践》《病虫测报数字化与信息化》等论文集,较好地推进了各地经验交流、技术推广和工作开展,推动了事业的健康发展<sup>[40-42]</sup>。

#### 4.3 坚持培训制度

从 1979 年开始,全国农业技术推广服务中心(原农林部农作物病虫害预测预报总站)联合南京农业大学,每年举办一期全国农作物病虫害测报技术培训班,到 2018 年,已连续举办培训班 40 期;从 2006 年起,又在西南大学开辟了第二个培训基地,已连续举办 13 期。培训规模和时间从最初的 50 人 3 个月调整为 100 人 21 天,累计为全国农作物病虫测报体系培训技术骨干 3 000 多人,一大批经过培训的学员逐渐走上了基层地县级植保机构,乃至省级植保机构的领导岗位,在促进测报体系人才队伍建设中发挥了重要作用。另外,全国农业技术推广服务中心还每年不定期举办农作物重大病虫害数字化监测预警技术培训,物联网新型测报工具培训班,水稻、玉米和棉花等作物病虫害测报技术培训班等,在促进农作物重大病虫害数字化监测预警系统推广应用、测报工具的升级换代和测报技术水平提高方面发挥了积极作用。

#### 4.4 积极开展测报技术研究

2009 年以来,全国农业技术推广服务中心牵头主持完成了国家公益性行业(农业)科研专项“主要农作物有害生物种类与发生危害特点”重大项目,组织 12 家科研、教学单位和 31 个省、自治区、直辖市植保机构和 600 多个基层县级植保机构对水稻、小麦、玉米、大豆、马铃薯、棉花、麻类、油菜、花生、柑橘、苹果、梨、茶、甜菜、甘蔗等 15 种作物有害生物的

发生种类、危害损失、分布区划和治理对策进行了研究,对摸清我国主要农作物有害生物家底,提高监测防控的针对性打下了较好的基础。另外,全国农业技术推广服务中心还主要参与完成了“小麦锈病监测与综合治理技术研究与示范”“农田地下害虫综合防控技术研究与示范”“白背飞虱和稻纵卷叶螟预测预报与综合防治技术研究与示范”“灰飞虱传播的病毒病综合防治技术研究与示范”“二点委夜蛾、玉米螟等玉米重大害虫监测防控技术研究与示范”等 10 多个课题的研究工作,对于研究明确重大病虫害的发生规律、发生影响因素,以及提高预测预报的准确性发挥了重要作用。2010 年以来,“小麦条锈病源头区治理关键技术”“水稻条纹叶枯病与黑条矮缩病绿色防控技术”和“主要农作物重大病虫害数字化监测预警技术”“稻麦玉米三大粮食作物有害生物发生危害特点研究与应用”等成果共获得国家科技进步一等奖 1 项、二等奖 1 项,全国农牧渔业丰收奖一等奖 3 项,省部级科技进步一等奖 4 项,其他科技奖励 10 多项。2000 年以来,全国农业技术推广服务中心还牵头制定重大病虫害测报技术规范国家和行业标准 50 多项,对推进工作规范化、标准化发展起到了较好的引导作用<sup>[34-39, 48-49]</sup>。

#### 4.5 大力开展测报国际合作

为加强病虫测报国际合作,提高我国病虫测报能力和水平,自 2001 年以来,全国农业技术推广服务中心在农业部国际合作司和种植业管理司的支持下,先后实施了中国—韩国水稻迁飞性害虫监测与治理合作项目、中国—越南水稻迁飞性害虫监测与防治合作项目、中国—比利时马铃薯晚疫病监测技术交流合作项目。通过实施项目,先后与韩国、越南建立了水稻迁飞性害虫发生数据交换、信息交流、技术合作机制,其中越南是我国水稻迁飞性害虫及其传播病毒病的主要虫源、毒源地,韩国是东亚季风区水稻迁飞性害虫跨境迁飞发生的末端的主要危害区,中国是迁飞性害虫发生危害最主要的大国,通过与越南、韩国互派专家开展田间病虫害发生情况实地调查和技术交流,了解其水稻生产及病虫害发生情况,对于联合开展水稻迁飞性害虫跨境迁飞发生和流行规律研究,提高我国迁飞性害虫发生的早期预见性和准确性,起到了积极作用。通过与比利时开展合作,引进了比利时马铃薯晚疫病的实时监测预警模型,并通过国内专家的计算机软件开发,建立

了马铃薯晚疫病实时预警系统平台,实现了全国马铃薯晚疫病实时联网监测,对于提高马铃薯晚疫病的监测能力,提高防控工作指导水平发挥了重要作用<sup>[16-17,43-44]</sup>。

## 5 发展思路与对策

近年来,我国农作物现代病虫测报建设虽然取得了一定的成绩,但也面临严峻形势和挑战。一是气候异常和耕作制度的变化导致病虫害暴发频发率提高,对工作带来新的压力。二是种植业结构调整,优势特色园艺作物支撑大产业,但病虫测报知识贮备不足、技术支撑不够。三是生态绿色安全农产品的消费需求越来越高,要做到少打药、精准施药,必须要有准确的预报做支撑。四是互联网+、物联网、大数据、云计算等信息化技术的发展,迫使加快测报手段现代化建设。五是全国测报体系面临队伍不稳、人员不足、保障不力、设备落后等现实问题,做好测报工作面临前所未有的挑战<sup>[45-47]</sup>。

为此,今后一段时期,全国病虫测报发展的总体思路是,以“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念为指导,紧紧围绕农业供给侧结构性改革,以提高病虫测报能力、有效指导防控工作开展,保障国家粮食安全为宗旨,一是加强测报站点建设,以田间病虫观测场点建设为重点,配置先进观测设备,提升测报装备水平;二是加强信息系统建设,加强信息化建设顶层设计,制定全国农作物病虫测报信息化建设规划(2018—2025),力争再经过 10 年左右时间,开发建设上下贯通、左右相连、行业适用的全国农作物病虫测报信息化平台 4.0;三是加大预报技术的开发和预报模式的探索,加大利用现代新型媒体和信息手段发布病虫预报的力度,完善“电视—广播—手机—网络—明白纸”五位一体的现代病虫预报发布新模式,推进病虫预报发布可视化和多元化;四是加强测报技术研究,研究掌握重大病虫害发生变化动态、重大病虫害发生规律,研制重大病虫害预测模型。

通过不断加强测报站点和信息系统建设,加大预报发布力度,加强测报技术研究,简化测报调查方法,实现装备现代化、测报手段信息化、预报发布多元化、预测方法模型化、调查内容实用化、测报队伍专业化,让工作不再辛苦,让测报工作成为人人愿意干的光彩事业,推进我国农作物病虫害测报事业健康发展。

## 参考文献

- [1] 中国植保导刊编辑部. 农业部印发关于加快推进现代植物保护体系建设的意见[J]. 中国植保导刊, 2013, 33(6): 5-7.
- [2] 张跃进, 吴立峰, 刘万才, 等. 加快现代植保技术体系建设的对策研究[J]. 植物保护, 2013, 39(5): 1-8.
- [3] 赵树英. 佳多农林病虫害自动测控系统(ATCSP)开发与应用前景[J]. 农业工程, 2012, 2(S1): 51-53.
- [4] 刘万才, 刘杰, 钟天润. 新型测报工具研发应用进展与发展建议[J]. 中国植保导刊, 2015, 35(8): 40-42.
- [5] 郑凯迪, 杜永均. 蛾类昆虫性信息素受体及其作用机理[J]. 昆虫学报, 2012, 55(9): 1093-1102.
- [6] 万新龙, 杜永均. 昆虫嗅觉系统结构与功能研究进展[J]. 昆虫学报, 2015, 58(6): 688-698.
- [7] 曾娟, 杜永均, 姜玉英, 等. 我国农业害虫性诱监测技术的开发和应用[J]. 植物保护, 2015, 41(4): 9-15.
- [8] 王博, 林欣大, 杜永均. 蛾类性信息素生物合成途径及其调控[J]. 应用生态学报, 2015, 26(10): 3235-3250.
- [9] 姚士桐, 吴降星, 郑永利, 等. 稻纵卷叶螟性信息素在其种群监测上的应用[J]. 昆虫学报, 2011, 54(4): 490-494.
- [10] 左文, 巩中军, 祝增荣, 等. 水稻二化螟性信息素和诱捕器组合的田间诱蛾效果比较[J]. 核农学报, 2008, 22(2): 238-241.
- [11] 曾伟, 唐达堂, 李仁英. 不同监测工具对水稻二化螟越冬代成虫的监测效果研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2012, 37(10): 82-86.
- [12] 姜玉英, 曾娟, 高永健, 等. 新型诱捕器及其自动计数系统在棉铃虫监测中的应用[J]. 中国植保导刊, 2015, 35(4): 56-59.
- [13] 罗金燕, 陈磊, 路风琴, 等. 性诱电子测报系统在斜纹夜蛾监测中的应用[J]. 中国植保导刊, 2016, 36(10): 50-53.
- [14] 包晓敏, 吕文杰, 夏海霞. 农业害虫自动测报终端的设计[J]. 浙江理工大学学报(自然科学版), 2015, 33(6): 872-876.
- [15] 黄冲, 刘万才, 张斌. 马铃薯晚疫病 CARAH 预警模型在我国的应用及评价[J]. 植物保护, 2017, 43(4): 151-157.
- [16] 谢开云, 车兴壁, Christian Ducatillon, 等. 比利时马铃薯晚疫病预警系统及其在我国的应用[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(2): 67-71.
- [17] 黄冲, 刘万才, 张君. 马铃薯晚疫病物联网实时监测预警系统平台开发及应用[J]. 中国植保导刊, 2015, 35(12): 45-48.
- [18] 张斌, 耿坤, 余杰颖. 比利时马铃薯晚疫病预警系统的应用[J]. 中国马铃薯, 2011, 25(1): 42-46.
- [19] 袁冬贞, 崔章静, 杨桦, 等. 基于物联网的小麦赤霉病自动监测预警系统应用效果[J]. 中国植保导刊, 2017, 37(1): 46-51.
- [20] 陈继光, 宋显东, 王春荣, 等. 黑龙江农作物病虫害在线监测管理系统开发与应用[J]. 中国植保导刊, 2017, 37(8): 24-30.
- [21] 黄冲, 刘万才, 姜玉英, 等. 病虫测报数字化[M]. 北京: 中国农业出版社, 2016.
- [22] 刘宇, 刘万才, 常钧, 等. 农作物重大病虫害数字化监测预警系统开发建设与应用[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [23] 刘万才, 黄冲. 我国农作物信息化建设进展与发展建议[J]. 中国植保导刊, 2015, 35(3): 90-92.

- [24] 刘万才,刘宇,曾娟,等. 推进农业有害生物数字化监测预警建设刍议[J]. 中国植保导刊,2009,29(10):11-15.
- [25] 刘万才,刘宇,龚一飞. 论重大有害生物数字化监测预警建设的长期任务[J]. 中国植保导刊,2011,31(1):25-29.
- [26] 刘宇,刘万才,韩梅. 农作物重大病虫害数字化监测预警系统建设进展[J]. 中国植保导刊,2011,31(2):33-35.
- [27] 刘宇,刘万才,王学锋. 水稻重大病虫害数字化监测预警平台的设计与实现[J]. 中国植保导刊,2009,29(12):5-9.
- [28] 郑庆伟. 新疆农业有害生物远程预警防控指挥中心正式启动[J]. 农药市场信息,2016(5):61.
- [29] 曹烁,王睿文,王鹏,等. 河北省植物保护网络服务平台的实践与思考[J]. 中国植保导刊,2016,36(10):78-80.
- [30] 陈海中,张友华,刘家成,等. 安徽省农作物病虫监测预警平台的研制[J]. 中国植保导刊,2013,33(11):54-58.
- [31] 刘万才,姜玉英,曾娟,等. 电视—手机—网络三位一体现代病虫预报发布新模式的创新与应用[J]. 中国植保导刊,2013,33(6):47-49.
- [32] 龚一飞,刘万才. 病虫预报网络发布方式的创新与实践[J]. 中国植保导刊,2011,31(11):48-50.
- [33] 黄冲,刘万才,姜玉英,等. 微信公众号发布病虫情报的创新与实践[J]. 中国植保导刊,2017,37(10):30-34.
- [34] 姜玉英,刘万才,曾娟,等. 农作物病虫测报工作年报 2010[M]. 北京:中国农业出版社,2011.
- [35] 姜玉英,刘万才,曾娟,等. 农作物病虫测报工作年报 2011[M]. 北京:中国农业出版社,2012.
- [36] 曾娟,黄冲,刘万才,等. 农作物病虫测报工作年报 2012[M]. 北京:中国农业出版社,2013.
- [37] 黄冲,陆明红,刘万才,等. 农作物病虫测报工作年报 2013[M]. 北京:中国农业出版社,2014.
- [38] 陆明红,刘杰,刘万才,等. 农作物病虫测报工作年报 2014[M]. 北京:中国农业出版社,2015.
- [39] 刘万才,刘杰,姜玉英,等. 农作物病虫测报工作年报 2015[M]. 北京:中国农业出版社,2016.
- [40] 刘万才,姜玉英,龚一飞,等. 病虫测报经验与启示[M]. 北京:中国农业出版社,2010.
- [41] 刘万才,姜玉英,陆明红,等. 病虫测报创新与实践[M]. 北京:中国农业出版社,2012.
- [42] 刘万才,姜玉英,黄冲,等. 病虫测报数字化与信息化[M]. 北京:中国农业出版社,2013.
- [43] 刘万才,黄冲,刘杰. 韩国农作物有害生物监测预警建设的经验[J]. 世界农业,2016(5):59-63.
- [44] 刘万才,陆明红,翟保平,等. 越南水稻生产及其迁飞性害虫发生情况[J]. 中国植保导刊,2014,34(10):91-95.
- [45] 中华人民共和国农业部. 农业部关于印发《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》和《到 2020 年农药使用量零增长行动方案》的通知[EB/OL]. (2016-01-15)[2017-05-14]. <https://wenku.baidu.com/view/7c83c9c614791711cd791764.html?from=search###>.
- [46] 中共中央,国务院. 关于深入推进农业供给侧结构性改革,加快培育农业农村发展新动能的若干意见[EB/OL]. (2017-02-09)[2017-05-14]. <http://hh.hljagri.gov.cn/detail/7686.html>.
- [47] 刘万才,黄冲,陆明红,等. 近 10 年我国农作物主要病虫害发生危害情况的统计和分析[J]. 植物保护,2016,42(5):1-9.
- [48] 农业部农作物总站. 农作物主要病虫害测报办法[M]. 北京:农业出版社,1981:1-290.
- [49] 全国农业技术推广服务中心. 主要农作物病虫害测报技术规范应用手册[M]. 北京:中国农业出版社,2010:1-292.

(责任编辑:田喆)

(上接 126 页)

- [43] LAURING A S, ANDINO R. Quasispecies theory and the behavior of RNA viruses [J/OL]. PLoS Pathogens, 2010, 6: e1001005.
- [44] CHININMANU K, SUT'TITHEPTUMRONG A, SANGSRAKRU D, et al. Feasibility of using 454 pyrosequencing for studying quasispecies of the whole dengue viral genome [J]. BMC Genomics, 2012, 13: S7.
- [45] WRIGHT C F, MORELLI M J, THÉBAUD G, et al. Beyond the consensus: dissecting within-host viral population diversity of foot-and-mouth disease virus by using next-generation genome sequencing [J]. Journal of Virology, 2011, 85(5): 2266-2275.
- [46] LI F, ZHANG D, LI Y, et al. Whole genome characterization of hepatitis B virus quasispecies with massively parallel pyrosequencing [J]. Clinical Microbiology and Infection, 2015, 21(3): 280-287.
- [47] FABRE F, MONTARRY J, COVILLE J, et al. Modelling the evolutionary dynamics of viruses within their hosts: a case study using high-throughput sequencing [J/OL]. PLoS Pathogens, 2012, 8: e1002654.
- [48] CORNMANN R S, BONCRISTIANI H, DAINAT B, et al. Population-genomic variation within RNA viruses of the western honey bee, *Apis mellifera*, inferred from deep sequencing [J]. BMC Genomics, 2013, 14: 154.
- [49] HUANG Lingzhe, LI Zefeng, WU Jianxiang, et al. Analysis of genetic variation and diversity of rice stripe virus populations through high-throughput sequencing [J]. Frontiers in Plant Science, 2015, 6: 176.
- [50] WU Qingfa, WANG Ying, CAO Mengji, et al. Homology-independent discovery of replicating pathogenic circular RNAs by deep sequencing and a new computational algorithm [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2012, 109(10): 3938-3943.
- [51] 马宇欣,李世访. 高通量测序技术在鉴定木本植物双生病毒中的应用[J]. 植物保护, 2016, 42(6): 1-10.
- [52] LOCONSOLE G, GIAMPETRUZZI A, ROBERTO R, et al. Next-generation sequencing and metagenomic analysis advances in plant virus diagnosis and discovery [J]. Journal of Plant Pathology, 2012, 94: 48-49.

(责任编辑:杨明丽)