

李光博院士在小麦病虫害综合防治体系创建和 实施中的重大贡献

——纪念李光博院士诞辰 100 周年

陈巨莲, 曹雅忠, 倪汉祥*

(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 本文回顾了李光博院士在农作物病虫害综合防治领域中的重要工作, 包括科学制定小麦病虫害综防科技攻关研究方案, 推进小麦病虫害综合防治技术研究实践, 创建区域性小麦病虫害综合防治技术体系, 引领我国农作物病虫害综合防治技术发展及人才团队建设做出的重要贡献。结合李光博院士在小麦病虫害综合防治理论及实践上的研究成果, 简要介绍了当前研究进展, 并对未来加强我国小麦病虫害综合及绿色防控工作展开展望。

关键词 李光博; 小麦病虫害; 综合防治; 国家科技攻关

中图分类号: S435.122 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2022207

Academician Li Guangbo's great contribution to the establishment and implementation of the comprehensive wheat disease and insect control system —To commemorate the 100th anniversary of the birth of Academician Li Guangbo

CHEN Julian, CAO Yazhong, NI Hanxiang*

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

Abstract This paper reviews Academician Li Guangbo's important research work in the field of crop diseases and insect pests control, including having made a scientific research proposal for the comprehensive scientific and technological project research on wheat diseases and insect pests control, promoted the research and practice of integrated pest management (IPM) in wheat, established IPM technology systems in the regional wheat growing areas, led the development of IPM technology in agricultural crops in China, and constructed professional talent team. Based on the research achievements of Academician Li on the theory and practice of wheat pest control, the current research progress is briefly introduced, and the work of strengthening the comprehensive and green prevention and control of wheat pests in China in the future is discussed.

Key words Li Guangbo; wheat disease and insect pest; integrated pests management (IPM); national scientific and technological project research

小麦是世界性重要谷物, 其种植面积、总产量和总贸易额均占各类作物之首位。在中国是仅次于玉米、水稻的第三位重要粮食作物。小麦的适应性强, 分布广, 在我国广大地区都有种植。因系夏收作物, 可与多种作物轮作倒茬和间套种, 增加复种指数。因此大力发展小麦, 提高单产, 对增加我国粮食总产

量具有重要意义。病虫害是影响小麦生产的主要障碍, 过去已有的防治技术, 虽然在保护小麦生产中起到了一定作用, 但与安全生产和环保的发展需要尚有较大距离。为此, 国家在 1986 年将“小麦病虫害综合防治技术研究”首次列为“七五”国家科技攻关计划专题之一。李光博院士先后于 1986 年一

收稿日期: 2022-04-18

修订日期: 2022-04-20

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0201700); 国家自然科学基金(31871979)

* 通信作者 E-mail: hxni@ippcaas.cn

1990 年和 1991 年—1995 年分别任“七五”科技攻关“小麦主要病虫害综合防治技术研究”专题主持人和“八五”科技攻关“农作物病虫害综合防治技术研究”项目技术总负责人、兼“小麦主要病虫害及综合防治技术研究”顾问。

在李光博院士的统领下,该项目经过五年协同攻关,取得了一系列重要的技术突破,在病虫害种群动态规律、预测预报技术、复合防治指标、关键防治技术、病虫抗药性监测与治理、生物防治及制剂研发等多方面取得了一批高质量的创新成果;同时发表了一批高水平的科学论著,培养了一大批中青年植保专家和基层技术人员;特别是将多种创新技术组装成病虫害综合防治技术体系,并在试验基地和示范区大面积推广应用,取得了显著的社会、经济和生态效益。为优化和完善农作物病虫害综合防治技术体系,全面提高中国病虫害综合治理技术水平,有效控制农业生物灾害,确保农业增产丰收奠定了重要技术基础。所有这些成果的取得,凝聚了李光博院士大量的心血,也是他为我国植保科技事业所做出的杰出贡献的具体体现之一。

1 李光博院士在小麦病虫害综合防治技术体系创建和实施中的贡献

从 1986 年开始,李光博院士在所主持的“七五”国家科技攻关专题“小麦主要病虫害综合防治技术研究”总体设计时,针对我国小麦地理分布广、种植面积大、栽培制度复杂、病虫种类多,且发生为害规律因地制宜等特点,从小麦生产全局和农田生态系统的整体出发,根据综合防治的基本概念,在制定研究内容、技术路线和实施方案中,采取系统科学的原理与方法,分别在东北、西北、黄淮海、长江中下游等四大麦区设立研究示范基地,选定锈病、白粉病、赤霉病、黏虫、麦蚜、吸浆虫等 6 种重大病虫作为主攻对象,兼治其他病虫。将攻关研究内容分解为:病虫害种群动态规律、主要为害损失与防治指标、监测预报、作物补偿功能、麦田生物群落、主要害虫田间自然种群生命表、主要病害流行规律、病虫害种型变异监测等应用基础研究,以及关键防治技术、综防技术示范等 10 部分进行系统研究,通过推广示范及检验,协调应用各项研究成果,加以组装,形成比较完善的区域性小麦主要病虫害综合防治技术体系。他还提出要在深入研究病虫害种群动态规律的基础上,

加强麦田生物群落的研究,查明其结构、食物链网、种群演替、优势物种以及主要组分之间的互作关系,作为组建综合防治技术体系,优化多病虫害综合防治决策的科学依据。同时在设计与实践过程中,强调建立综合防治技术示范区,提出以小麦高产、稳产、优质、低消耗为中心,经济、社会和生态三大效益为目标,充分体现了设计与研究工作的先进性、科学性和实用性,在总体设计和研究工作内容方面都有创新。

1.1 科学制定小麦病虫害综防科技攻关研究方案

李光博院士从 1986 年开始实施“七五”国家科技攻关计划“小麦主要病虫害综合防治技术研究”至 1991 年启动实施“八五”国家科技攻关“农作物病虫害综合防治技术研究”项目,在总结和分析“六五”期间(1983 年—1985 年)开始的“小麦锈病综合防治技术研究”等科技攻关以及以往的单病虫防治中的经验与问题,通过周密思考和精心设计,提出了研究组建小麦等农作物病虫害综合防治技术体系的基本观点和研究方案^[1-5]:

1) 遵循有害生物综合治理(IPM)的思想,从我国农业生态系统、小麦生产与病虫发生为害和防治的实际出发,考虑到我国小麦地理分布广、栽培制度复杂,各地自然与生产条件不同,病虫种类比较多,其发生为害规律又复杂,为害优势种群多因地制宜,故应划分若干生态区,还应考虑各项农业操作等非生物因素等农田生态系统的组成成分,因地制宜地研究和组建不同区域的小麦病虫害综合防治技术体系。

2) 病虫害关键防治技术的研究是组建综合防治技术体系的主体部分,必须加强农业防治、化学防治、物理防治、生物防治等技术措施和其他新技术的研究与应用。正确对待单项关键防治技术与综合技术措施研究的辩证关系,没有单项技术的深入研究,综合技术研究就失之基础。李光博院士强调“不仅要多种病虫害统一考虑,而且应充分考虑各单项防治技术对不同对象的兼顾防控和不同技术之间的组合配套及协调性”。并结合防治对象的属性、防治措施的兼容性,以及预测预报、防治指标等多方面深入系统研究来提高防治技术体系的综合性。

3) 组建病虫害综合防治技术体系,应以农作物高产、优质、高效益为中心,以经济、社会和生态等三大效益为目标,把病虫害种群数量与为害控制在为害损失允许的水平。应采取“研究与示范推广相结合

的科研路线”,还要在农村设立研究、示范基点,进行研究与示范推广,建立综合防治技术示范区。示范区不仅是检验关键防治技术和科研成果的先进性、科学性、实用性和成熟性的场地,而且是科研成果及时转化为现实生产力的枢纽。通过边研究、边示范,以便对各项关键技术进行实践检验,进一步加以完善提高,科学组装配套,最终形成以主要病虫害为主体的综合防治技术体系。

在上述基本观点指导下,李光博院士主持的“小麦主要病虫害综合防治技术研究”攻关专题,不仅高质量地完成了“七五”各项科技攻关任务^[3],而且也作为“农作物病虫害综合防治技术研究”项目在“八五”国家科技攻关计划中及时立项,以及推进整个项目的顺利实施奠定了坚实基础^[6]。

1.2 推进小麦病虫害综合防治技术研究实践

李光博院士在“七五”攻关期间,将小麦病虫害综合防治技术体系的理论发展到研究整个生育期主要病虫害的综合防治。通过建立生态控制和科学用药相协调的保护性农田生态系样板,有效地推进了小麦病虫害综合防治技术与实施,使我国农作物病虫害综合防治技术水平不断提高^[5,7]。

1)在病虫种群动态规律研究方面。经过系统研究,进一步阐明了重大病虫的种群动态规律,明确了其与气候、农业、营养、天敌等生态因子的关系,为科学组建综防体系、合理调控麦田生态系统,协调有关防治技术及选择优化防治决策提供了重要科学依据与指导原则^[8-9]。

2)在为害损失与防治指标研究方面。除研究制定黏虫、麦蚜等单一害虫防治指标外,还研究了黏虫、麦蚜、白粉病等多病虫复合为害损失,并初步提出复合防治指标。研究提出了 11 项病虫动态防治指标,其中 4 项多病虫复合防治指标,对实行指标管理,选择优化防治决策,防止盲目防治,节省投资,减轻环境污染,提高三大效益,起到了重要的标杆作用。

3)在病虫动态监测和预测预报研究方面。通过对小麦吸浆虫分布型及其调查方法的研究,提出将原来的淘土检验取样调查方法改进为等距取样法,提高了取样的代表性^[10]。深入地掌握了锈菌、白粉菌等生理小种的变异动态,组建了白粉病、条锈病、叶锈病、麦蚜、黏虫和吸浆虫等单一病虫预测模型,其中部分模型还具有简单决策功能;在系统总结

黏虫测报研究专家经验和思维规律的基础上,采用计算机编程方法编制的测报专家系统,达到专家决策水平^[7]。

4)在综防关键技术方面。李光博院士在我国小麦病虫害综合防治关键技术的研究与应用方面具有重要的引领作用。他指出在研究与应用综合防治关键技术中,应深入学习分析 IPM、TMP、APM、RPM 的概念及其指导思想,从现实出发,以一分为二的观点,正确对待各项防治措施^[7]。

化学防治不仅实现了低毒、高效、低残留药剂筛选与应用,而且除注意其对害虫的直接防治作用外,还充分考虑了其对生物防治可能产生的利害关系。在有效地控制害虫为害的同时,有意识地为天敌保留一定的食源与桥梁寄主,以利其繁衍,发挥对害虫的控制作用,并筛选出一批农药新品种(新剂型);研究组建了杀虫杀菌剂混用兼治多种病虫的模型,可针对病虫发生情况的变化,动态地协调农药品种、剂量和施药适期,充分发挥其兼治作用^[7,12]。

生物防治技术水平显著提高。基本查明了黄淮海麦区小麦害虫天敌有 219 种,优势种天敌有寄生蜂、寄生蝇、食蚜蝇、瓢虫、草蛉、步甲、蜘蛛等类群及卵索线虫,共 14 科 29 种,研究明确了捕食性天敌多种群的时空动态规律和天敌与黏虫、麦蚜等的益害关系,提出了适用于综防的益害比,作为同时指导化防与生防的指标。当益害比达到一定的比值时,可以不进行化学防治。在天敌保护利用中,还注意到气候条件对益虫与害虫的影响作用。完成了麦田害虫天敌名录初稿和麦田自然保护利用的初步方案^[7,13-14]。

在农业防治方面,充分考虑到小麦各项栽培技术措施,以及各种益害生物都是麦田生态系统的组成部分,是自然控制机能的一个十分重要的方面。因此,加强了对各项农业技术合理的协调应用,明确了其特定的地位与功能同其他组分保持直接或间接的互作关系。农业防治技术的发展对小麦病虫等有害生物的发生与为害起到明显的调控作用。

抗虫性品种的筛选与应用是农业防治的主要部分。在鉴定与选育抗病虫优良品种与材料方面,通过对 37 986 份品种材料的鉴定,筛选出抗性材料 6 280 份,有 10 多个抗性与农艺性状较好的品种已累计推广 530 多万 hm^2 ^[3];抗害丰产栽培技术已有效地纳入综防体系,通过品种合理布局、种植抗性品

种、调整播期、合理轮作倒茬与间作套作、科学施肥与灌溉、注意种子处理等,促使苗全苗壮,增强其对病虫害的抵抗力或受害后的自我补偿功能,对病虫害危害起到明显的控制作用^[10,15-16]。

5)在组建的综防体系中,根据优化综防决策和继续探索新的防治途径的需要,特别注重了麦田生物群落的研究。共观察物种 65 种(病害 8 种、杂草 8 种、害虫 21 种、天敌 28 种),应用群落相关指数,揭示其组成结构的复杂度与多样性在年际间呈随机性波动。根据对种内种间竞争和生态位与群落动态规律的研究,还提出了“帝制群落”的假说,补充修正了 Whitt Keer (1970) 提出的“生态位优先占领”的假说^[3,5,14,16]。

1.3 创建区域性小麦病虫害综合防治技术体系

在小麦病虫害综合防治技术研究与实践的基础上,李光博院士指导攻关协作组因地制宜地协调应用各种防治措施、监测预警技术与防治指标,分区研究组建了适用于东北、西北、黄淮海、长江中下游等四大麦区的小麦病虫害综防技术体系,并通过示范加以检验与完善,促使科学技术转化为现实生产力。

1) 组建综合防治体系

小麦病虫害综防体系的基本模式。对示范区所在麦区的自然条件、农业生产特别是小麦生产与病虫害等有害生物发生为害的基本情况进行了概括的分析与预测,作为综合防治体系组建与实施的科学和生产依据,并据此确定了主治、兼治对象,制定了主要防治对象的防治指标;建立健全了病虫害监测系统,优化了监测技术或制定了新的测报办法,根据病虫害情监测所获信息进行决策;综合防治措施的协调应用,依据小麦生育阶段和病虫害发生发育的时空动态规律,以及作物、病虫害、天敌三者之间及其与气候、农业、生物等有关生态因子之间相互作用的关系,发挥有关防治措施与自然因素有机协调的综合作用。

在关键防治技术应用中,加强田间管理、种植抗性优良品种、调整品种布局;施用选择性特效农药,改进施药技术,提倡杀虫杀菌混用,一次施药兼治多种病虫害,减缓抗性的产生;积极创造有利于天敌栖居繁殖而不利于病虫害发生的农田生态条件,充分发挥自然天敌对病虫害为害的控制作用。

配套技术及阶段实施流程。按照小麦生产的各项农业技术流程、小麦生长发育进程和病虫害发生为害的时空规律,制定了综合防治配套技术及阶段性

实施流程。分播前、播种、秋苗、返青拔节、孕穗至灌浆、乳熟至成熟等阶段组织实施。

加强病虫害系统监测预警。病虫害发生动态的系统监测预警工作是进行综合防治决策的基本依据,是综合防治体系的重要组成部分。应建立健全各级测报机构,加强技术培训,按照全国农作物病虫害测报办法或自行制定的系统监测办法,认真做好测报工作,及时准确地发布病虫害发生预报,以便据此做好综合防治决策,指导综合防治工作。

实施结果及评价。综防体系通过示范推广,取得了显著的经济、社会和生态效益。在各个综合防治示范区中,一般都加强了对示范工作的组织领导,实施结果及评价,健全了技术服务体系,开展了技术培训。

2) 指导小麦病虫害综合防治技术体系实施

李光博院士高度重视小麦病虫害综合防治技术体系的具体实施。在实施过程中,分区明确了各区主治与兼治对象,制定了防治指标,加强了病虫害动态的系统监测,改进提高了防治决策。在防治配套技术方法方面,发挥了不同防治措施有机结合、相互协调的作用。通过推广抗害防灾的丰产栽培措施,促使小麦苗全苗壮,加以抗性品种的应用与合理布局,全面增强了小麦对病虫害危害的整体抵抗能力。结合化防技术的提高与选择性特效农药的应用,相应地减少了农药使用量(30%~50%)和打药次数,大大缓解了农药杀伤天敌和环境污染等矛盾,农田环境明显改善,有利于天敌群落的繁衍。据调查,通过实施上述技术措施,麦田几种优势种天敌数量都成倍(2~4 倍)增加,增强了天敌群落对黏虫、麦蚜等害虫的综合控制,有利于自然天敌的保护利用。病虫害危害明显减轻,小麦产量逐年上升,从而获得了显著的经济、社会和生态效益,在经济效益方面,投入与新产出比一般都大于原定计划 1:5~1:10 的指标规定。

根据中国农业科学院农业经济研究中心所提出的计算方法,由各示范区统计计算结果,1987 年—1990 年在 5 万 hm^2 示范区内,累计综防面积为 19 万 hm^2 次,共增收小麦 9 407.74 万 kg ,新增产值为 1.49 亿元。技术覆盖面积达 667 万 hm^2 。尤其值得一提的是田间天敌随着小麦生长发育与气候及农田环境的变化,随时由麦田向棉花、水稻、玉米、烟草、蔬菜等农田中转移,对各种作物的害虫均可起到相

应的调控作用,因而具有更为重要的生态学、经济学和社会学意义。

为了搞好示范工作,李光博院士特意加强了组织领导和技术服务等工作,“七五”期间在示范区印发有关小麦病虫草鼠害防治的技术资料 5 万余份,培训一大批基层农民技术人员。通过示范,使“七五”研究成果迅速转化为生产力,调动了农民科学种田的积极性,为科技兴农做出了贡献。参加此项研究的科技工作者也受到了培养与锻炼。李光博院士作为主编组织编写了《小麦病虫草鼠害综合治理》^[4],该书于 1990 年 9 月出版,对于 1991 年开始的“八五”计划中将“农作物病虫害综合防治技术”继续列入国家科技攻关并按时启动实施起到了至关重要的推动作用。鉴于《小麦病虫草鼠害综合治理》全面反映了“七五”小麦作物防治技术及其组建技术体系的创新性研究成果,惠及农业、农村、农民的“控害增收”和粮食安全,该书于 1992 年被评为全国首届“兴农杯”农村科技图书一等奖。他还指导录制了《不平静的麦田》科教片,将科技成果以生动的影像资料方式进行推广普及。

1.4 引领我国农作物病虫害综合防治技术发展

李光博院士在主持“七五”国家科技攻关计划“小麦主要病虫害综合防治技术研究”专题的基础上,1991 年,由于国家“八五”科技攻关计划改变“六五”“七五”科技攻关项目由行业部门管理的模式,实行专家负责与部门管理双向密切配合的“双轨管理系统”。他被推举为“八五”国家科技攻关“农作物病虫害综合防治技术研究”项目技术总负责人,统领我国农作物病虫草鼠害综合治理技术体系的攻关研究与大面积示范推广应用。将小麦主要病虫害综合防治技术体系创建理论与实践推向了我国主要农作物病虫害综合防治技术研究,为进一步提高我国农作物病虫害综合防治技术策略和水平做出了突出贡献。

由于我国主要农作物病虫草种类繁多,耕作制度不断变化,农作物种植结构复杂、导致农田生态体系不断变化,从而造成重大病虫害灾害此起彼伏,加上参加攻关的单位涉及面广、部门多,共有 110 多个科研和教学单位参加。因此,在项目设计、预研和可行性论证的过程中,李光博院士倾注了大量的心血,尤其是在选择作物种类及研究对象、确定攻关目标及考核指标、分解课题和专题、遴选主持单位及主持人、

组建项目专家委员会等多方面做了大量基础工作和综合协调工作。明确了攻关重点,围绕粮棉等 4 种主要农作物 20 多种重大病虫、10 多种恶性杂草、近 10 种农牧区优势害鼠为主攻对象,设立了水稻、小麦、玉米、棉花病虫害及农田杂草、农区鼠害等 6 个专题开展综合治理技术攻关。同时针对当时粮棉生产上出现的日益严重的病虫害抗药性问题,增设了粮棉等重要病虫抗药性测报与监测调控技术研究课题,安排了 3 个专题开展抗药性测报、抗药性监测调控及风险评估技术和治理对策研究。为了加强生物防治技术研究,在“七五”植保科技攻关的已有基础上,设立了农用抗生素制剂、苏芸金杆菌制剂、真菌和病毒杀虫剂、植病生防制剂研发以及天敌工厂化和昆虫信息素与昆虫病毒联合使用新技术研究等 6 个专题。在项目实施过程中,李光博院士要求各课题专题一定要瞄准攻关目标及考核指标,完成好攻关任务,为国民经济建设和农业发展服务;同时要精兵简政,厉行节约,在经费的使用上优先保证关键技术的研发和试验基点及示范区的建设,力争科技攻关取得实效,出实绩,交实货。李光博院士非常重视各课题、专题的计划执行情况,亲自审阅年度执行情况报告,亲自布置课题、专题及子专题的中期检查,扎扎实实地推进整个项目的顺利实施,高质量地完成了各项攻关任务。

在李光博院士的统领下,该项目经过 5 年协同攻关,取得了一系列重要的技术突破。主要体现在以下三方面:

一是推动农作物病虫害综合防治理论的发展。根据现代生物学、生态学和经济学原理和要求,从发展作物高产、高效和优质农业、保护作物、保护环境和提高经济、生态、社会效益的总目标出发,系统深入研究环境-作物-病虫-措施相互间的关系,充分发挥自然控制作用(鉴定筛选和培育多抗病虫品种、调整耕作栽培制度、保护利用昆虫天敌及应用生物制剂等),以及人为防治措施(合理用药、抗药性治理等)的协调作用,着重研究粮棉作物在不同生态区的主要病虫种群动态规律、监测预报和关键为害时期,评价和利用自然控制因素的作用,根据病虫为害损失和经济阈值,提出复合动态防治指标,制定最佳防治对策,组建了以作物为主体的多病虫综合防治技术体系。该体系不仅对 IPM 策略进行了理论探讨,而且应用于实践,使其在操作上规范化、具体化、实

用化和配套化,并通过大面积示范验证其可行性。特别是将多种创新技术组装成病虫草鼠害综合防治技术体系并通过试验基地和示范区大面积推广应用,取得了显著的社会、经济和生态效益。

二是进一步完善农作物病虫害综合防治技术体系。针对我国农业生态和生物群落的多样性、耕作栽培制度的复杂性和生产水平的差异,采用系统工程、系统分析及优化技术等方法,在深入研究水稻、小麦、玉米和棉花四大作物主要病虫害种群动态规律、监测预报技术、科学防治指标和关键防治技术的基础上,组建了以作物为主体、适合不同生态区的多病虫复合群体的综合防治技术体系。该体系以高产、优质、高效益和维持良好的农田生态系统为目标,通过充分发挥自然控制和人为防治措施的有机协调作用,将病虫害为害控制在经济允许水平以下。该项研究在全国粮棉作物主要产区的各综合防治示范区,实现了由以往单病、单虫的应急防治向以作物为主体的多病虫复合群体的综合治理的过渡。

三是进一步提高综合防治技术水平。在“七五”单病虫种群动态规律、预测预报、防治指标、关键防治技术等单项研究的基础上,通过“八五”科技攻关发展到以多病虫种群动态规律、农田生物群落、多病虫综合预测、多病虫复合危害动态防治指标和以保护目标作物避免多种病虫害为害的多病虫复合群体的综合防治技术,极大地提高了综合防治决策的科学性和准确性。同时通过监测病菌生理小种及害虫生物型的变异情况,研究作物品种对病虫害的抗性机理,鉴定、筛选、培育和推广对主要病虫害相对稳定的单抗或兼抗的优良的作物品种(材料、组合)。通过对主要病虫害的抗药性监测,提出了避免或缓解害虫和病菌的抗药性,以及合理使用农药的配套技术。通过研究主要害虫(螨)天敌的发生规律和自然控制作用以及化学农药对天敌种群数量的影响,提出保护利用天敌控制害虫(螨)的有效措施。并研发出一批高质量防治效果稳定的生防制剂,进一步提高了农作物病虫害综合防治技术水平^[5]。

2 小麦病虫害综合绿色防控的展望和建议

李光博院士不仅创建了我国小麦病虫害综合防治技术体系,并开展为期 10 年的研究与实践活动,培养了一批又一批小麦病虫害科技攻关人才与团

队。在李院士的指导及带领下,中国农业科学院植物保护研究所三位研究员倪汉祥、丁红建、曹雅忠先后接过小麦病虫害综合防治国家科技攻关的接力棒,分别主持“八五”“九五”和“十五”科技攻关,为我国小麦病虫害综合防治技术体系持续发展,以及维持稳定科技攻关人才梯队做出重要贡献^[15,17-18]。

在全球气候变化与耕作制度调整背景下,小麦病虫害种类、为害特点,以及化学农药不合理施用带来的一系列负面效应。因此,实施小麦病虫害综合绿色防治策略势在必行,持续开展小麦病虫害区域性全链条监测防控刻不容缓。这对保障我国粮食安全意义重大。

2.1 小麦病虫害综合绿色防治策略势在必行

目前,我国是世界上小麦种植面积最大的国家之一,常年种植面积在 2 千万 hm^2 以上。据 2016 年不完全统计,我国小麦生产中农药平均使用量为 $3.45 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 是世界平均水平的 3 倍,化肥使用量约为 $300 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 是欧美等发达国家的 2.5 倍,化肥农药施用量,利用效率远低于世界平均水平,由此带来的环境污染、食品安全等问题日益严重。我国在 2016 年发布绿色发展及农药零增长行动,绿色防控已明确发展目标——到 2020 年,我国主要农作物病虫害绿色防控覆盖率将达到 30% 以上,农药利用率达到 40% 以上,农药使用量减少 1% 以上。农业农村部印发的《农业绿色发展技术体系规划(2018—2030)》中植物保护技术创新重点支持方向明确了五点内容:绿色防治产品、绿色防治技术、绿色防治装备、绿色防治模式、绿色防治标准。

因此,“十三五”国家重点研发计划以农药、化肥“减施增效”,病虫害防控以绿色防控为主要目标,设立了“黄淮海冬小麦化肥农药减施技术集成研究与示范”研究项目,中国农业科学院植物保护研究所陈巨莲研究员作为“农药减施增效共性技术与评价方法研究”课题负责人,将李光博院士生前提出关于提高农作物病虫害综防技术水平和成效的目标与本项目有机结合,通过 2017 年—2021 年的研究,取得了显著的研究进展。该团队以黄淮海麦区小麦种植模式下主要有害生物为对象,系统有效监测了麦蚜、螨类、黏虫、地下害虫、小麦白粉病、条锈病、病毒病和麦田杂草等 8 种主要病虫草害种群消长及关联的生物、非生物因子,确定气候变化及耕作制度调整背景

下有害生物防控指标。重点开展了农药减施替代增效关键共性技术的评价方法与使用技术研究,在有害生物的早期诊断鉴定技术,小麦对有害生物抗性品种评价方法及品种筛选与布局,高效、低毒、低残留的新型农药筛选、评价标准及使用技术,精准高效施药机械的评价方法与使用技术,小麦主要病虫害的绿色防控技术评价方法与利用技术等方面取得明显进展^[19]。研究取得的主要技术成果为:从小麦病虫害危害特性、抗药性现状中找到减药的源头,建立了抗药性快速检测/早期诊断技术 2 项;筛选出新型高效药剂,研发智能精准变量植保机械及施药技术 2 项;研发并评价绿色防控技术 4 项,为病虫害替代技术及评价方法提供了技术储备。建立了黄淮海冬小麦 8 种主要病虫害防控的农药减施增效共性技术及相应的评价技术规范,为黄淮海冬小麦优势产区不同耕作制度区域性农药减施综合技术模式组建服务。关键技术在示范区应用使化学农药利用率提高 20%、减量 30%,培训农技人员 1 万人次。为黄淮海冬小麦优势产区农药减施增效替代共性技术及应用规程的建立、区域内集成示范提供技术支撑,对项目总体目标完成具有重要的贡献,并将李光博院士的综合防治技术水平推向了一个新的高度。

近年来,优先采取生态控制、生物防治、物理防治和科学用药等方式的绿色防控技术,得到越来越多的运用。当前,农业正朝着高质量发展的方向全面推进,随着农药零增长行动的持续深入,绿色防控也将在病虫害综合防治中扮演越来越重要的角色^[20]。李光博院士在农作物病虫害综合治理方面作出的成就,为我国实施和发展农作物病虫害绿色防控奠定了基础。

2.2 展望与建议

我国农业生物灾害是全球最严重的国家之一,病虫害种类多、程度重、频次高,严重威胁我国的粮食生产及粮食安全。我国主要病虫害近 200 种^[18,21]。《农作物病虫害防治条例》的颁布,开启我国植物保护工作新纪元^[22-23]。据 2020 年中华人民共和国农业农村部公告第 333 号公布一类农作物病虫害名录共 17 种,其中危害小麦等粮食作物为主的病虫害 13 种,包括小麦蚜虫、小麦条锈病、赤霉病、草地贪夜蛾、草地螟和黏虫等^[24]。据全国农技中心统计分析,“十三五”时期,粮食作物病虫害防控的植

保贡献率达 13.17%^[25]。但也应该清醒地认识到,病虫害风险管控还存在诸多难点堵点。一是小麦病虫害暴发危害不确定性增加。跨境病虫害暴发频繁、迁飞性及流行性病虫害大面积发生、原发性病虫害致害型快速演化变异猖獗为害;病虫害发生面积及范围扩大,暴发频率增加,为害程度加重,风险预测难度变大。二是小麦病虫害对粮食安全风险识别综合模式尚未建立。目前,虽已建立单一病虫害发生趋势预测模型,但缺少多病虫复合危害模型;已建立单一粮食作物受病虫害损失区域性模型,但缺乏全国性、综合性模型。三是农业经营主体病虫害风险意识不高,防控能力不足,需进一步强化病虫害监测与防控能力,开展精准测报、精准防控,创新防控技术,实现防控效率提升。四是病虫害风险管控机制尚未得到进一步完善,部门间统筹及信息共享有待加强,亟须强化病虫害风险管控的政策与制度合力。

小麦病虫害暴发流行趋势监测预警及危害损失预估是判别生物灾害程度的关键。小麦病虫害防治能力测度(指数)是粮食减损的标尺。因此,建议我国“十四五”重点研发计划中安排小麦病虫害区域性全链条监测防控项目,以小麦病虫害暴发流行趋势监测预警及危害损失评估、小麦病虫害防治绿色防控技术及产品研发为重点,组建产学研及技术推广优势团队,为我国粮食安全提供保障。

参考文献

- [1] 李光博. 小麦病虫草鼠害防治技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1979.
- [2] 李光博. 1986—1988 年小麦病虫害综合防治技术研究“七五”攻关进展概况[C]//中国植物保护学会第五届年会会刊, 1989: 19—24.
- [3] 李光博. 组建小麦病虫害综合防治技术体系的思维与实践[C]//全国农作物病虫害综合治理应用基础学术讨论会论文集, 1990: 3—6.
- [4] 李光博. 小麦病虫草鼠害综合治理[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1990.
- [5] 李光博. 小麦病虫害综合防治技术[M]//中国农业科学院植物保护研究所. 中国农作物病虫害 上册. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 1995: 437—443.
- [6] 农业部科学技术与质量标准司. 国家重点科技(攻关)农业项目/“八五”农业科研重要进展(第一分册)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1996: 334—336.
- [7] 李光博. 小麦害虫综合防治关键技术及其协调应用[M]//李光

- 博,郭予元. 全国主要粮棉作物病虫害鼠害综合防治关键技术研究. 北京: 中国科学技术出版社,1993:1-4.
- [8] 何连生,倪汉祥,李光博,等. 麦蚜聚集与扩散行为的初步研究[J]. 生态学杂志,1992, 11(2):8-13.
- [9] 曹雅忠,郭予元,倪汉祥,等. 麦长管蚜种群结构及繁殖力的研究[C]//全国农作物病虫害综合治理应用基础学术讨论会论文集,1990:44-47.
- [10] 丁红建,倪汉祥,孙京瑞,等. 小麦品种对麦红吸浆虫抗性鉴定技术的探讨[J]. 作物品种资源,1994(4):34-36.
- [11] 倪汉祥,何连生,李裕嫦,等. 麦田害虫天敌资源调查[C]//北京昆虫学会成立四十周年学术讨论会论文摘要汇编,1990:90-91.
- [12] 倪汉祥,何连生,曹雅忠. 药剂混用防治多种小麦病虫害的初步研究[J]. 中国农业科学,1989,22(2):1-6.
- [13] 何连生,李光博. 浅谈农业害虫综合防治中益、害生物的概念[J]. 植物保护,1988,14(4):37-39.
- [14] 何连生,李光博,倪汉祥. 用 Fuzzy 综合评判分析小麦耕作制对昆虫群落的影响[J]. 植物保护,1995,21(6):9-12.
- [15] 曹雅忠,倪汉祥,李光博. 小麦品种抗性对麦长管蚜种群的控制作用[M]//李光博,郭予元. 全国主要粮棉作物病虫害鼠害综合防治关键技术研究. 北京:中国科学技术出版社,1993:59-63.
- [16] 蒋樟法,何连生,倪汉祥,等. 栽培制度对麦田昆虫群落组成及结构的影响[J]. 植物保护学报,1996,23(3):203-208.
- [17] 陈巨莲. 小麦蚜虫及其防治[M]. 北京:金盾出版社,2014.
- [18] 中国农业科学院植物保护研究所,中国植物保护学会. 中国农作物病虫害 上册[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2015.
- [19] 谭晓玲,闫甲,苗进,等. 小麦间作豌豆和挥发物释放结合不同器械施药对麦田害虫和天敌的影响[J]. 生物防治学报,2021,37(5):904-913.
- [20] 周雪平. 绿色防控技术是未来植保科技创新的重要方向[J]. 农业知识,2020(9):1.
- [21] 严火其. 农业害虫危害何以越来越严重[J]. 中国农史,2021,40(3):3-13.
- [22] 吴孔明. 我国开启植物保护工作新纪元[J]. 农业知识,2020(10):56-58.
- [23] 刘杰,王福祥,曾娟,等. 贯彻《农作物病虫害防治条例》走好依法植保道路[J]. 中国植保导刊,2020,40(7):5-9.
- [24] 中华人民共和国农业农村部. 公告第 333 号一类农作物病虫害名录[EB/OL]. (2020-09-15)[2022-04-18]. http://www.moa.gov.cn/govpublic/ZZYGLS/202009/t20200917_6352227.htm.
- [25] 刘万才,卓富彦,李天娇,等. 十三五期间我国粮食作物植保贡献率研究报告[J]. 中国植保导刊,2021,41(4):33-36.
- (责任编辑:杨明丽)
- ~~~~~
- (上接 13 页)
- [17] 李光博. 我国粘虫研究概况及主要进展[J]. 植物保护,1993,19(4):2-4.
- [18] 李光博. 黏虫综合防治研究的设计与实践[C]. 中国植物保护学会第四届年会会刊,1985:24-30.
- [19] MICHALSKI R S, DAVIS J H, BISHT V S, et al. PLANT/ ds: an expert consulting system for the diagnosis of soybean diseases [C]. Proceedings of conference. Orsay, France; European Conference on Artificial Intelligence, 1982:133-138.
- [20] 黏虫大豆害虫研究组. 试用微型电子计算机采集计算昆虫吊飞数据成功[J]. 植物保护,1984(5):33.
- [21] 曹雅忠,黄葵,李光博. 空气相对湿度对黏虫飞翔活动的影响[J]. 植物保护学报,1995,22(2):134-138.
- [22] 贾佩华,曹雅忠. 小地老虎成虫的飞翔活动[J]. 昆虫学报,1992,35(1):59-65.
- [23] 罗礼智,李光博. 草地螟不同龄期成虫飞行能力和行为的研究[M]//青年生态学者论丛(二). 北京:中国科学技术出版社. 1992:303-308.
- [24] 程登发,田喆,孙京瑞. 禾缢管蚜在不同温度条件下的飞行能力[J]. 昆虫学报,1997,40(S1):180-185.
- [25] 程登发,田喆,李红梅,等. 温度和湿度对麦长管蚜飞行能力的影响[J]. 昆虫学报,2002,45(1):80-85.
- [26] CHENG Dengfa, WU Kongming, TIAN Zhe, et al. Acquisition and analysis of migration data from the digitized display of a scanning entomological radar [J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2002, 35: 63-75.
- [27] 程登发,张云慧,陈林,等. 农作物重大生物灾害监测与预警技术[M]. 重庆:重庆出版社,2014.
- [28] 程登发,封洪强,吴孔明. 扫描昆虫雷达与昆虫迁飞监测[M]. 北京:科学出版社,2005.
- [29] 齐会会,张云慧,程登发,等. 褐飞虱 2009 年秋季回迁的雷达监测及轨迹分析[J]. 昆虫学报,2010,53(11):1256-1264.
- [30] QI Huihui, JIANG Chunxian, ZHANG Yunhui, et al. Radar observations of the seasonal migration of brown planthopper (*Nilaparvata lugens* Stål) in Southern China [J]. Bulletin of Entomological Research, 2014, 104(6):731-741.
- [31] 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.
- [32] 张云慧,杨建国,金晓华,等. 探照灯诱虫带对迁飞草地螟的空中阻截作用[J]. 植物保护,2009,35(6):104-107.
- [33] 吴孔明. 中国草地贪夜蛾的防控策略[J]. 植物保护,2020,46(2):1-5.
- [34] 李光博,王鸿,赵圣菊,等. 麦田小气候对第一代粘虫发生数量影响的研究[J]. 植物保护学报,1963(1):57-62.
- [35] 张智,张云慧,姜玉英,等. 雷达昆虫学研究进展及应用前景[J]. 植物保护,2017,43(5):18-26.
- [36] 张鹿平,张智,季荣,等. 昆虫雷达建制技术的发展方向[J]. 应用昆虫学报,2018,55(2):153-159.
- (责任编辑:杨明丽)