

农作物有害生物可持续治理

研究进展

全国农业技术推广服务中心



中国农业出版社

农作物有害生物防治绿色防控

研究进展

■ 中国植保学会 中国植物保护学会 中国昆虫学会 中国植物病理学会 中国植物检疫学会 中国植物保护学会 中国植物保护学会



中国植保学会 中国植物保护学会 中国昆虫学会 中国植物病理学会 中国植物检疫学会 中国植物保护学会 中国植物保护学会

农作物有害生物

可持续治理研究进展

全国农业技术推广服务中心

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

农作物有害生物可持续治理研究进展/全国农业技术推广服务中心. —北京: 中国农业出版社, 1999.12

ISBN 7-109-06195-7

I. 农… II. 全… III. ① 作物-鼠害-防治 ② 作物-有害植物-防治 ③ 作物-病虫害防治方法 IV. S435

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 68285 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 王 凯

北京科技印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
1999 年 11 月第 1 版* 1999 年 11 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 33

字数: 826 千字 印数: 1~1 000 册

定价: 98.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

《农作物有害生物可持续治理研究进展》编委会

顾 问 曾士迈 庞雄飞 沈寅初

主 编 朴永范

副主编 朱恩林 赵美琦 程家安

编 委 (按姓氏笔画为序)

| | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王凤乐 | 王厚振 | 石尚柏 | 叶正楚 | 朴永范 |
| 刘家成 | 闫 慷 | 吕国强 | 朱恩林 | 李丽英 |
| 李 萍 | 杨怀文 | 张芝利 | 张书敏 | 陈志群 |
| 林时迟 | 郑建秋 | 罗林明 | 罗其荣 | 金 星 |
| 赵永谦 | 赵美琦 | 郭 荣 | 涂建华 | 常 玲 |
| 梁帝允 | 商鸿生 | 程家安 | 曾汉光 | 谢天健 |
| 蒲崇建 | 戴法超 | | | |

协编单位 中国植物保护学会系统工程专业委员会
中国植物保护学会科学普及工作委员会
中国植物保护学会鼠害防治专业委员会
中国植物保护学会生物防治专业委员会
中国植物病理学会综合防治专业委员会
中国昆虫学会农业昆虫专业委员会

序

1975年农业部确定了“预防为主，综合防治”的植保方针。在这一方针的指引下，20多年来植保工作在控害减灾和保护生态环境方面取得了长足的进展。特别是随着对综合防治理论的认识不断提高，综合防治技术研究与实践有了新的进展，对农业的可持续发展发挥了积极作用，取得了良好的经济效益、社会效益和生态效益。但是，90年代以来，由于耕作栽培制度的变革、种植业结构的调整、作物品种的更替，以及异常气候等因素的影响，带来了农作物病虫害发生动态的变化。一方面植保防灾减灾任务更加艰巨，另一方面可持续农业的发展在技术上对植物保护提出了更高的要求，这就要求我们加大力度研究农作物有害生物可持续治理这个新的课题。

近年来，我国广大植保工作者积极引入生物技术、信息技术，并根据生态学的观念和可持续发展战略，对有害生物的灾变动态及其可持续控制的理论与应用技术进行了深入研究和广泛实践，在许多领域取得了可喜进展。农业部全国农业技术推广服务中心组织编写的《农作物有害生物可持续治理研究进展》，汇集了我国科研、教学和推广部门老、中、青植保工作者的最新研究成果和实践经验，其内容涉及有害生物发生演替规律、综合防治与可持续植保理论研究与实践、生物防治技术的发展前景、有害生物综合防治中面临的问题，以及今后植保减灾发展战略等诸多方面。本论文集理论联系实际，内容详实丰富，是一部展示有害生物防治技术研究与应用方面的重要文献，具有较高的学术水平和参考价值。她的公开出版必将进一步推动我国植保方针的贯彻执行，并对促进我国植保科技进步乃至农业可持续发展发挥积极作用。

面向21世纪，农业要可持续发展，有害生物要得到可持续控制。希望广大植保工作者充满信心，迎接新世纪对植保工作的挑战。相信有害生物的可持续治理一定会崭露头角，为防灾减灾和保护生态环境作出更大的贡献。

中国科学院院士
中国农业科学院生物防治研究所 研究员



1999年11月11日

前 言

90年代以来,由于耕作栽培制度变革、种植业结构调整、品种更替以及异常气候的影响,农作物生物灾害的构成也发生了新的变化,对防治工作提出了新的课题。为了促进农业可持续发展,广大植保科技工作者在“预防为主,综合防治”植保方针的指引下,加强了农作物有害生物演替规律及可持续控制理论的研究与实践,并取得了一系列新的成果和经验。为总结经验,增进交流,加快新技术、新成果的推广应用,促进有害生物的可持续治理,我们组织编写了《农作物有害生物可持续治理研究进展》文集,其主题是“生物防治与可持续治理”。该文集的出版得到中国植物保护学会系统工程专业委员会、科学普及工作委员会、鼠害防治专业委员会、生物防治专业委员会和中国植物病理学会综合防治专业委员会及中国昆虫学会农业昆虫专业委员会等学术团体的大力支持与协助。广大科研、教学及推广系统的植保专家、学者和农技人员积极投稿,大批有志青年和基层植保工作者以旺盛的精力、新颖的思路及丰富的实践,撰写了不少高质量的学术论文,一些德高望重的院士和知名专家教授也在百忙之中将自己对发展我国有害生物可持续治理工作的真知灼见奉献给植保事业,对他们的严谨学风和敬业精神,我们全体编委会成员深表敬意。

本书从150余篇来稿中筛选出119篇论文公开发表,其中生物防治与IPM理论39篇,主要农作物病虫害综合防治技术66篇,蝗虫、草地螟、鼠害及草害防治14篇。这些论文详实反映了近年来我国农作物有害生物可持续治理研究与实践方面的一些重要进展,其研究成果对进一步推动今后农作物有害生物综合治理工作具有重要的指导意义,同时对从事植保技术推广及相关学科的专业技术人员、大专院校师生均有参考价值。

由于时间仓促,加上编者水平所限,书中疏漏和不妥之处在所难免,恳请读者给予批评指正。

编 者

1999年11月

目 录

第一部分 生物防治及 IPM 理论综述

| | |
|-----------------------------------|--------------------|
| 关于持续植保和植保系统工程 | 曾士迈 (3) |
| 农业可持续发展中的害虫防治问题 | 庞雄飞 (10) |
| 论我国植保方针与 IPM 事业的可持续发展 | 朴永范 (19) |
| 生物源农药的研究开发 | 沈寅初 (26) |
| 害虫天敌商品化、产业化生产及在我国的前景 | 李丽英 (33) |
| 利用生物多样性保护生物多样性 | |
| ——让生物防治工作为农业可持续发展服务 | 丁建清 付卫东 叶正楚 (36) |
| 有害生物持续治理的系统观 | 程家安 (43) |
| 从我国主要农作物病虫害灾害现状看 21 世纪的控制策略 | 郭予元 (44) |
| 农田生态系统人工进化与持续植保 | 肖悦岩 (48) |
| 可持续的植物保护——21 世纪的必然选择 | |
| ——从第 13、14 届国际植保大会主题看发展趋势 | 张芝利 (54) |
| 农业可持续发展与农作物病虫害防治的关系 | 刘平青 张国安 韦善君 (59) |
| 持续农业和植保系统工程 | 赵美琦 (64) |
| 作物遗传资源的抗病多样性与农业可持续发展 | 王晓鸣 金达生 戴法超等 (69) |
| 可持续农业与害虫综合防治 | 刘浩官 (75) |
| 生产 IPM 农产品的理论与探索 | 涂建华 尹 勇 罗林明等 (77) |
| 枯草芽孢杆菌 XNJ4 菌株对植物防病增产效应初探 | 辛玉成 尹士采 丁锡花等 (80) |
| 植物抗病虫草性资源利用新途径 | 罗其荣 邱明生 张 卫等 (83) |
| 持续植保面临的问题与建议 | 徐伟钧 (88) |
| 农作物病虫害规范化防治技术研究 | 王厚振 肖云丽 (92) |
| “福建省植保信息管理系统”开发和应用情况介绍 | 林时迟 (94) |
| 21 世纪广西植保面临的机遇与挑战 | 曾汉光 (96) |
| 四川植物保护可持续发展的思考 | 罗林明 涂建华 尹 勇 (102) |
| 农作物有害生物持续治理的策略及措施 | 张金瑜 涂建华 (107) |
| 农作物病虫害鼠害的防御 | 石尚柏 (112) |
| 有害生物综合治理初探 | 李家荣 (115) |
| 农作物病虫害可持续治理的探讨 | 刘家成 耿继光 (118) |
| TOT 组织与管理 | 陈玉托 陈鹏生 宋先仁等 (121) |
| 白湖圩区农作物有害生物演替及可持续治理对策 | 余晓虎 王树勋 (127) |

| | | |
|---------------------------------------|--------------|-------|
| 浅析我国有害生物综合治理 | 王全德 吕国强 | (131) |
| 综合治理是控制有害生物的根本出路 | 赵宗林 栾 昉 蔡 娟等 | (134) |
| 试论知识经济时代的农业有害生物管理 | 赵宗林 李杏山 栾 昉等 | (138) |
| 三峡库区主要农作物病虫害发生现状、趋势及可持续控制对策初步研究 | | |
| | 费甫华 盛正逵 李 松等 | (140) |
| 从植保方针看植物保护在农业可持续发展中的作用 | 冯正福 | (144) |
| 农作物病虫害演替趋势分析与可持续治理方法初探 | 秦大宗 | (148) |
| 平罗县农作物主要病虫害发生动态及防治对策 | 俞学惠 | (152) |
| 可持续农业制约下的病虫草害化学防治 | 陈锡岭 石明旺 | (155) |
| 四川地区病虫抗药性监测治理进展 | 彭丽年 张小平 刘 可 | (161) |
| 浅析农药混配与抗药性治理对策 | 董代文 郑永忠 郭 健 | (167) |
| 综述植保喷雾技术的进展及有关问题的探讨 | 李世华 唐学友 | (172) |

第二部分 水稻病虫害综合防治

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| 双季稻区稻水象甲的生活史对策 | 翟保平 商晗武 | (177) |
| 杭州地区稻褐飞虱田间种群的生物型结构 | 张志涛 王桂荣 傅 强等 | (182) |
| 水稻植株生长异常原因经验识别系统研究 | 周 汇 | (186) |
| 西非稻瘿蚊可持续控制策略 | 田子华 许再银 秦德荣等 | (192) |
| 内源性螟虫发生规律及持续治理对策 | 鞠国钢 秦玉金 | (197) |
| 江淮区域水稻维管束病害发展趋势及综合治理关键技术研究 | 魏宏儒 | (202) |
| 二化螟性诱剂的迷向法应用研究 | 杨辅安 韦永保 祝春强 | (206) |
| 稻飞虱可持续治理中新药剂的开发应用 | 张宜绪 | (209) |
| 稻秆潜蝇持续治理技术研究 | 蒋际清 廖燕俸 姜水贞 | (213) |
| 近年来三化螟回升原因分析及其防治对策 | 谢成玉 | (218) |
| 对水稻稻沫蝉的发生与防治的研究 | 杜贤海 邓启芬 | (221) |
| 水稻白叶枯病的发生特点及综合治理 | 王跃飞 黎 军 陈克胜 | (226) |
| 渝东南稻区害虫发生动态及演替原因初析 | 朱明华 | (228) |
| 稻秆潜蝇的发生规律及防治技术研究 | 董代文 郑永忠 郭 健 | (233) |
| 穗颈稻瘟在重庆局部大流行成因及对策研究 | 董代文 郑永忠 郭 健 | (237) |
| 早育稀植(抛秧)稻田主要病虫草害发生及防治 | 杨世文 杨方林 | (240) |
| 云南灰飞虱发生与 RSV 关系 | 李家荣 | (243) |
| 广东水稻 IPM 发展前景 | 陈玉托 | (245) |
| 防治水稻稻瘟病的化学药剂研究进展 | 宋宝安 | (249) |

第三部分 小麦和玉米病虫害综合防治

| | | |
|----------------------|-------------|-------|
| 小麦病毒病的种类、特性及分布 | 何家泌 宋玉立 何文兰 | (255) |
| 我国小麦叶枯性病害研究 | 商鸿生 王凤乐 | (261) |

| | | |
|--------------------------------|--------------|-------|
| 小麦矮腥黑穗病在中国的可能发生区 | 秦淑莲 辛玉成 翟保平等 | (267) |
| 河北省小麦病虫草害可持续治理方法与途径的探讨 | 杨焱杰 李秀芹 张振波等 | (272) |
| 小麦纹枯病灾变规律及预测预报技术研究 | 赵永谦 吕国强 | (277) |
| 河北省小麦纹枯病流行动态分析及治理对策 | 张书敏 张振波 李智慧 | (281) |
| 云南省小麦锈病发生流行探讨 | 杨 虹 | (284) |
| 青岛市小麦纹枯病加重发生原因分析及综防策略 | 于培贞 李晓东 王定正等 | (288) |
| 甘肃省小麦条锈病综合治理探讨 | 蒲崇建 常 宏 | (293) |
| 新乡市小麦病虫害发生演替动态及可持续治理对策 | 刘 珍 | (297) |
| 我国小麦病害发生动态和综合防治技术与推广工作进展 | 王凤乐 | (301) |
| 玉米病害发生趋势及其防治对策 | 戴法超 王晓鸣 朱振东等 | (307) |
| 甘肃陇东玉米螟发生规律及防治研究 | 刘寿民 栾敖武 李青梅等 | (313) |
| 玉米螟发生规律与综合治理 | 周惟敏 刘家骧 孙洪章等 | (317) |
| 玉米地节肢动物群落研究 | 邱明生 罗其荣 王进军 | (322) |

第四部分 棉花病虫害综合防治

| | | |
|----------------------------------|--------------|-------|
| 棉花病虫害的生态持续控制 | 石尚柏 周文科 | (329) |
| 转 Bt 抗虫棉田间病虫害发生特点及防治意见 | 杨焱杰 郭 荣 张振波等 | (334) |
| 新疆棉花枯、黄萎病的发生与防治 | 缪卫国 张 昇 田逢秀 | (337) |
| 新疆棉花害虫的生态调控 | 杨海峰 马 祁 | (342) |
| 棉蚜综合治理中几个问题的探讨 | 贺福德 蓝江林 王俊刚等 | (347) |
| 棉铃虫可持续治理措施的应用 | 杨焱杰 唐铁朝 赵国芳等 | (350) |
| 可持续农业中棉花害虫管理的技术对策 | 章炳旺 唐学友 邹运鼎 | (355) |
| 沿江棉区棉铃虫可持续治理的认识与实践 | 陈荣海 熊桂和 | (359) |
| 棉田二代棉铃虫卵密度的简易估值法 | 田昌平 孔令华 王洪誉等 | (364) |
| 土壤特性对棉铃虫发生的影响及发生程度分区 | 杨燕涛 王东华 朱明华 | (367) |
| 溴氰菊酯等杀虫剂对红铃虫田间防效的年度变动趋势及原因 | | |
| | 杨燕涛 朱明华 王东华 | (372) |

第五部分 蔬菜和果树病虫害综合防治

| | | |
|------------------------------|--------------|-------|
| 秋甘蓝害虫综合防治技术体系研究 | 张光美 刘银泉 施祖华等 | (379) |
| 棕榈蓟马猖獗为害及其防治对策研究 | 贝亚维 高春先 顾秀慧等 | (387) |
| 新疆黄瓜霜霉病防治技术 | 范咏梅 马俊义 崔元玟等 | (394) |
| 蔬菜病虫害非农药防治研究与实践 | 杨崇实 王万立 刘耕春等 | (398) |
| 蔬菜病虫害发生特点及防治进展 | 李丽明 陈 静 张杰松 | (405) |
| 菜田用药及菜农植保科技素质调查结果及改进对策 | 吕国强 陈战锋 | (408) |
| 美洲斑潜蝇发生规律及生态控制技术研究 | 周 瑾 柯汉英 | (411) |
| 古巴马铃薯棕黄蓟马应急防治措施 | 郑建秋 闫 慷 | (415) |

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| 应用虫螨克和大功臣在古巴防治马铃薯棕黄蓟马的研究 | 闫 慷 郑建秋 (417) |
| 0.9% 虫螨克防治韭蛆试验初报 | 肖云丽 邱淑芬 赵圣文等 (423) |
| 美洲斑潜蝇防治指标的研究 | 李洪奎 沈孝恩 赵国祥等 (425) |
| 保护利用尼氏钝绥螨, 持续治理柑橘红蜘蛛 | 刘述英 (427) |
| 板栗烂果病的生物防治研究初报 | 秦淑莲 辛玉成 王先科等 (430) |
| 浅谈优质水果生产中的病虫害防治策略 | 李 萍 (433) |
| 龙眼角颊木虱大发生原因及可持续治理对策 | 林仁魁 (435) |
| 甜菜夜蛾大发生原因及控制措施 | 王厚振 陈 宏 郑成民等 (439) |

第六部分 其他经济作物病虫害综合防治

| | |
|------------------------|--|
| 马铃薯甲虫对吡虫啉的抗性遗传方式 | 芮昌辉 Bishop A Beth Edward J Grafius (445) |
| 花生病虫害防治技术 | 张振波 张维生 赵国芳 (449) |
| 花生病虫害系统最优控制研究 | 王玉正 (451) |
| 胡麻短纹卷蛾测报与防治技术研究 | 刘寿民 栾敖武 李青梅等 (458) |
| 人参西洋参忌地形成机制 | 赵日丰 (461) |

第七部分 蝗虫、草地螟、鼠害及草害防治

| | |
|-----------------------------------|--------------------|
| 中国蝗灾隐患及其可持续治理对策探讨 | 朱恩林 (471) |
| 运用模糊综合评判法预测东亚飞蝗发生程度 | 吕国强 王全德 赵宝林 (474) |
| 西藏飞蝗发生原因分析及防治对策探讨 | 陈志群 朱恩林 安周家 (478) |
| 广东省蝗灾发生与原因分析 | 陈玉托 (480) |
| 草地螟的发生与防治 | 张红杰 刘广雷 郭 明等 (482) |
| 瑞飞特与磺酰脲类除草剂混用防除稻田杂草技术研究 | 刘都才 李 璞 (485) |
| 农作制度对稻田杂草群落的影响 | 李保同 汤丽梅 易富文 (490) |
| 农田鼠情变动与防除技术调整 | 张宜绪 (494) |
| 贵州省鼠药市场现状调查及治理对策探讨 | 金 星 杨再学 (498) |
| 梵净山黑线姬鼠发生规律及防治对策 | 陶小林 (502) |
| 农田黑线姬鼠种群监测研究 | 潘世昌 (505) |
| 自贡市水稻、小麦、油菜田杂草群落的组成、演替与治理对策 | 卢远华 (509) |
| 化除十年稻茬油菜田草害演替趋势及控制对策 | 韦永保 (513) |
| 承德市农田鼠害发生特点及防治实践 | 马秀英 任自忠 李桂珍等 (516) |

第一部分

生物防治及 IPM 理论综述

关于持续植保和植保系统工程

曾士迈 院士

(中国农业大学 北京 100094)

1 持续植保

可持续农业在技术体系上对植物保护提出了更高的要求，不仅要求能保证当时作物高产稳产，取得良好的经济、生态和社会效益，而且要求前一时期采用的植保技术体系能为其后年份或年代的植保管理打下良好基础，使植物保护真正能够兼顾当前和长远、防患于未然，使植物保护和植物生产得以持续稳定地发展提高。这就是有害生物的可持续治理，可持续植保或简作持续植保 (sustainable plant protection, SPP)。

其实，持续植保本来就是有害生物综合治理发展的必然趋向，或者正如 Zadoks (1993) 所说，“IPM 是走向持续植保的第一步”。IPM 从其目的和方向看，本来就隐含有持续植保的要求。关于 IPM 的定义曾有多种诠释，但不论哪种，都含有“有利于或无伤于生态系维护和环境保护”这一要点。生态或环境的破坏终将使综合治理难以持续。比如，滥用农药和抗性遗传单一化等植保措施的失当，就是可持续农业的技术体系中必须解决的问题。

人类改造自然，其中最重要的一条经验或教训就是，自然界会作出反应。这在植保工作中尤其明显，因为它处理的对象乃是变异潜能很大的多种生物。目前面临的许多植保难题，大多都是农艺或植保措施失当引发的后果，归根结底是人为造成的。过去的防治效果研究和评估中，往往只看当时的杀虫防病效果和主效应，忽略其后继效应和副效应，只注重当年当地经济效益而忽略其生态效益，只重视杀虫防病的作用，而忽略生态系统的反应，只见树木不见森林，这是造成植保失误的思想方法上的主要原因。持续植保，首先就要求系统全面地认识防治措施的作用和自然界的反应，以保证不仅当年当地防治效果好，而且能为以后防治的稳定和提高打下生态的和技术的基础。

所以，持续植保涉及的并不只是技术问题，而首先是思想方法和研究方法的问题，需要从多个角度认识它。首先，所谓“可持续”是个复合的概念，包括生态上可取、经济上可行和社会上符合要求的可持续性。其次，要注意它的动态性。生态系在不断进化。经济在不断发展，社会需求和好恶也在不断变化，持续植保的具体技术必然也因之不断发展变化。第三，还要对“综合”提出更高的要求。经济、生态和社会三方面效益之间、当前效益和长远效益之间、以及当地和全局利益之间，都可能存在矛盾，过分强调某一方的要求可能会削弱另一些方面的效益，只能兼顾协调，追求总体最佳的结果。当然，这种高度

的综合又必须以深入的分析为基础。这就给综防技术组装带来更大的复杂性。

总之，持续植保的研究和建设，需要我们有更强的长期观点、整体观点、进化观点和综合能力，需要更好地利用系统分析方法。

2 关于超长期预测

持续植保要求植保科学有更强的预见性，能做到超长期预测。有害生物的防治是个持久不懈的斗争，不可能一劳永逸。农田生态系，以及其中的有害生物生态系，都在不断发展变化，旧的问题仍会重演，新的问题还将不断产生。有些变化已是众所周知的了，如：病虫害种类变迁，病原物小种和害虫生态型的变异，有害生物抗药性的发展，等等。更有甚者，我们还将无法回避一些新的挑战，如：全球气候变化对作物和作物有害生物相互作用的影响；新品种、新农业技术导致的植保问题；日益频繁的生物资源州际交流和移动对有害生物生态系的影响；基因工程可能带来的病虫害风险，等等。

生态系的变化无时无刻不在悄悄进行，当我们用时钟日历计时时，也许这些变化并不引人注目，但当我们把目光延伸到子孙后代，把时间尺度扩大到十年、几十年时，这些变化的速度就不容忽视了。特别是，当我们对它的监测有所疏忽或停顿时，认识就会落后于现实，认识越落后，处境就越被动，遭受的损失也就越大。

所以我认为必须开展有害生物生态系的超长期预测的研究，预测的对象不限于某一种或几种病虫害，而将逐步扩及整个有害生物生态系中的多种有害生物、甚至还要加上某些有益生物，预测的时距不是几天、几个月，而是几年，甚至十几年。进行这种预测所需采用的方法可以多种多样，但主要是系统分析和系统模拟的方法。超长期预测的理论基础则是有害生物生态系的进化规律。

3 关于有害生物生态系进化规律的研究

如前所述，对农田有害生物生态系的超长期预测必须以农田有害生物生态系进化规律的认识为基础。农田有害生物生态系是由作物和有害生物为核心、以有益生物、传播介质等生物性因素和土壤、气候、农作、植保措施等理化生物因素组成的复杂系统。作物因种植制度而可有一或多种，具有种种类型的和种种程度的抗性，并呈现种种时空布局，都由人为决定。有害生物、有益生物和传播介体的种类和数量则是继承了以前进化的遗产，并受作物的选择作用、生物界食物链关系和生物间相生相克作用、以及土壤气候的影响而波动变化。从植物保护看，人们最关注的是有害生物的种群数量和为害程度，它们是上述种种生物学因素和理化因素在复杂的生物学过程中交叠互作的结果。品种、气候、农艺和植保措施是这个生态系统的主要输入，有害生物的种群数量和为害程度则是其主要输出之一。理论上，如果把这些因素本身、它们之间的互作和它们发生作用的过程都弄清楚了，那么这个系统就是真的被认识了，这个系统就是可预测的了，甚至是可控制的了，因为除了全球变化和大气候外，其他因素有些是完全由人为控制的（如作物和品种布局、农艺及植保措施），有些也是可以间接或部分人为干预的（如土壤、小气候）。

进一步设想,如果对有害生物生态系的系统分析(包括定性的和定量的)已能相当地贴近真实,就可以组建模型,进行动态模拟。以有害生物、有益生物、传播介体的现有种群数量为初始值,以一年年的气候、土壤、品种、栽培、植保措施等为驱动变量,运行模型就可模拟出各年的产量、损失、有害生物、有益生物残存量,以及经济效益、生态效益和社会效益。通过以年为时间单位连续多次(年)的模拟试验就可以模拟出有害生物生态系进化的大体趋势。为了检验模型是否可靠,可以给它特定的历史条件,看其模拟结果能否基本上重现出这段系统进化的概貌。所有模型都是需要反复检验和反复改进的。如果这个模型已改进得基本可靠,便可以用预期的条件和计划中的措施为输入,进行系统的预测。进化研究既需要长期的观察和历史的分析,也需要模型模拟这种研究工具的帮助。

固然,复杂的生态系统很难完全弄清楚,而且认识也是无穷尽的,模型只是真实世界的简化了的代表,它很难维妙维肖,但是,和对待一般事物一样,只要把主要矛盾(这里指主要因素和主要相互作用)基本澄清,就可能基本上掌握其规律,试用于研究和应用,进入“实践—认识—再实践—再认识”的螺旋。目前,对于不少作物上的有害生物、某些重要天敌以及介体的种群动态,我们已积累了相当多的研究资料和数据,对于它们之间的相互作用也已取得了一些定量的认识,这些知识和数据都是系统分析的基础和建模的原材料,尚属空缺的知识和数据可以陆续由调查研究和试验研究补足,现在时机已到,既有需要、又有可能,进行有害生物生态系的进化研究了。

4 持续植保对防治技术的要求

前面所谈主要是从战略角度看持续植保,下面再从战术和技术角度看看持续植保提出什么新要求。植保技术可分硬技术和软技术,前者指品种、生防、化防、耕作栽培防治等防治技术,后者指监测、预测、防治技术的组装协调、防治决策、效益评估等软技术。没有合用的硬技术,软技术在防治上无从发挥作用,缺乏必需的软技术,硬技术的作用也不能充分发挥。

在持续植保中,人们把更大的希望寄托给抗病虫品种、生物防治和耕作栽培防治,希望它们的进步能更多地取代一部分化学防治的负担。然而,至少在可预见的将来,化学防治仍将是不可缺少的应急措施,需要继续研制无公害农药和科学用药制度,以减少公害和延缓抗药性发展。抗性品种要能兼抗多种病虫已属不易,而对那些易于变异的有害生物还要求具有持久抗性,就更是难题。耕作栽培防治虽然适用范围颇广而且大多无伤于生态环保,但多数场合中只有部分防治效果或效果不很稳定。如果以它为主导措施希望它发挥出足够的防治效果,就需要许多条件的配合,这涉及生态系的调控问题。生物防治在许多方面都是符合持续植保的要求的,也已有很多成功事例,在相对隔离的地区或相对封闭的生态系中成效尤其显著,但是,如果是开放系统多年延续后,能否和如何保持其持续有效和会否产生其他问题,也还有待考验和研究。总之,持续植保要求持久抗性品种、无公害农药、以及生态协调的生防技术和其他防治技术,这些研究都涉及抗性或药理的内部机制、生态学互作和进化规律,从而可见,持续植保要求新的战术和技术,就必然要求加强植保基础研究。

5 持续植保和植保系统工程

持续植保对软技术也有更高的要求。它要求各个单项软技术以及由之组成的管理体系尽可能上升到系统的高度和多年连续的时间尺度。监测是系统监测（即整个系统的监测，而不是单一有害生物的监测），而且是多年连续的系统监测；预测是系统预测，管理是系统管理等等。

植保管理有多个层次，本文这里仅指有害生物综合治理的系统管理，它由以下环节组成：治理目标的设定、治理方案的技术设计（即综防技术组装）、监测、预测、临场决策、实施防治、效果检查和效益评估等。与过去的综合治理相比，持续植保应在下述三点上有所发展：（1）治理对象的展览。一般的综合治理中，治理对象集中于防治对象，一种至多种，都是已曾成灾的有害生物；持续植保则强调以整个有害生物生态系为治理对象，其中包括防治对象（有害生物和传播介体）和保护对象（作物和有益生物），防治对象又包括现实的和可能上升的潜在有害生物；监测预测力求全面，治理措施有控有促。（2）治理目标的延伸。一般的综合治理中，治理目标或效益评估以当年防治效果为准，而持续植保则兼顾当前和长远的综合效益，在保证当年效果的同时力求其后一个较长时期的总体效益也能达到最优。（3）治理方案的长期性。持续植保的治理方案不是一次性（一年一度）的技术设计，也不仅是相互独立的一年一度的技术设计的简单连续，而应是多年连贯一体的技术方案的分年实施，每年实施时既要因时制宜，又需要瞻前顾后、使多年连贯整体协调。实际上形成一种在战略目标指引下逐年滚动的设计和实现，每年修订管理目标的指标体系、进行技术组装和协调，然后进行监测、预测、防治决策和效益评估，年年不断地进行系统分析和系统管理，年年深化认识、改进实践。

这样，在设计和实施上，持续植保和现行的综合治理相比，显然面对着更多复杂性和动态性。这就更需要讲求管理的艺术，也就是更需要加强植保系统工程的研究。

植保系统工程的实质是用系统科学的思想和方法来研究和处理植保事物，我想它没有固定的统一模式或程序，至少现在还没有形成。虽然有些文章和专著中提过一些设想或事例，但那不过是多种可能形式中的很少几种，主要用来体现提高植保管理的某一种设想，它们可用来激活思路，而不要被它们限制或僵化了思路。系统方法是人类思维方法发展的必然产物，人们都在自觉不自觉地、较原始地或较高级地运用系统方法，目前已进入系统的时代，复杂事物的认识和处理需要系统方法，植保科学也不例外。要组建持续植保的技术体系，就必须以长期、整体和系统的观点和方法来研究农田生有害生物生态系，就需要把植物保护工作作为一个系统工程来考虑，进行植保系统工程的研究，其方向是“从有害生物的综合治理走向农田有害生物生态系的系统管理”。

植保系统工程首先是一种思想方法，但把它用于某一实际任务时却可以形成一套具体的工作方法。目前的问题之一似乎是，植保系统工程覆盖面既广，原则概念又较抽象和有弹性，具体操作时从何着手颇难启动。植保系统工程只能一步步实现，但探索可以不限于一端。可以根据各自原有的研究基础，从不同层次、侧面和环节寻找切入点。切入点可以是单项零件或种种部件，如预测模型、决策模型、决策支持系统、综合防治专家系统等，