



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 植物保护学通论 第2版

主编 韩召军



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS





普通高等教育“十一五”国家级规划教材

An Introduction to Plant Protection

# 植物保护学 通论

ZHIWU BAOHUXUE TONGLUN

第2版

主编 韩召军



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容简介

本书共分9章,第一章绪论重点介绍植物保护的一般概念、社会责任和义务,以及植物保护学的研究内容;第二至第五章介绍不同类型植物有害生物的基础生物学;第六章介绍植物有害生物的发生规律和预测技术;第七章介绍植物保护策略以及防治有害生物使用的各种技术;第八章重点介绍了稻、麦、棉、果树、蔬菜和设施农作物的病虫害及其发生特点与综合治理技术;第九章介绍植物保护技术推广的方式、体系以及植保器材的营销和管理。本书力求以简练的文字和简明的体系,帮助读者系统了解植物保护学的基本知识,掌握植物保护的基本概念、基本原理和基本技能。本书是非植保专业农科学生了解植物保护的推荐教材,也可作为作物育种和栽培以及基层植保工作者和农业生产管理者的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

植物保护学通论 / 韩召军主编. -- 2版. -- 北京 : 高等教育出版社, 2012.8  
ISBN 978-7-04-035522-2

I. ①植… II. ①韩… III. ①植物保护-高等学校-教材 IV. ①S4

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第158378号

策划编辑 孟丽

责任编辑 孟丽

封面设计 张申申

责任印制 刘思涵

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印 刷 北京人卫印刷厂  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 19  
字 数 450千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
版 次 2001年6月第1版  
2012年8月第2版  
印 次 2012年8月第1次印刷  
定 价 32.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物 料 号 35522-00

# 《植物保护学通论》第2版编委会

主 编 韩召军(南京农业大学)

副主编 徐敬友(扬州大学)

主 审 郑小波(南京农业大学)

编 者(以笔画为序)

尹新明(河南农业大学)

刘向东(南京农业大学)

孙丽娟(青岛农业大学)

吴小毅(江苏省植保站)

郑长英(青岛农业大学)

原国辉(河南农业大学)

徐敬友(扬州大学)

董双林(南京农业大学)

韩召军(南京农业大学)

强 胜(南京农业大学)

# 《植物保护学通论》第1版编委会

主 编 韩召军(南京农业大学)

副主编 徐敬友(扬州大学)

主 审 郑小波(南京农业大学)

编 者(以笔画为序)

尹新明(河南农业大学)

吴献忠(青岛农业大学)

原国辉(河南农业大学)

徐敬友(扬州大学)

董双林(南京农业大学)

韩召军(南京农业大学)

强 胜(南京农业大学)

## 第2版前言

为了满足农科非植保专业大学生了解植物保护学基本知识的需要,我们于2001年首次出版《植物保护学通论》本科教材。本教材从生产实际出发,首次将植物保护涉及的病、虫、草、鼠基础知识,测报和防治技术以及植保技术推广和植保器材的营销管理有机结合在一起,面世10年来受到了广大师生和基层工作者的欢迎,在农科院校的教学和植保技术的推广中发挥了较好的作用。但随着学科发展和生产实践的变化,书中的内容需要更新和补充,同时在教学过程中发现的不足,也需要进一步完善。为此,我们对本教材进行了修改再版。

本次再版继续强化了本教材的系统性、完整性和先进性。在植物有害生物基础生物学部分增加了对软体动物的介绍;在有害生物防治技术部分增加了农业安全使用技术;在主要作物病虫害综合治理部分删除了保护地蔬菜内容,增加了第六节设施农业病虫害综合治理,着重介绍了设施栽培条件下,(蔬菜、果树和花卉)病虫害重要类群、发生和防治特点及综合治理措施等,将介绍不同作物有害生物的综合防治技术,改为介绍不同作物生育期需要采取的综合防治措施。同时在绪论中明确指出了植物保护在保障农业生产、维护生态环境安全和人类健康方面的社会责任;在植物保护技术、有害生物综合治理和植物保护技术推广部分,突出了公共植保和绿色植保的现代植保理念。另一方面,本次再版努力提炼精要,去除冗余。在有害生物基础生物学部分以大类群介绍为主,删除或合并压缩了细分类别的介绍,同时以介绍特色性状为主,删除了对基本生命特征的一般描述。为了节省篇幅,本次修订还删除了多数教师和学生反映作用不大的“关键词索引”。此外,还引进科研成果,修正错误,更新知识,对有害生物分类系统和引用农药品种等内容进行了相应的调整。

由于工作变动,参与本次再版的编者有所变化。第一章由韩召军编写,第二章由徐敬友编写,第三章由尹新明编写,第四章由强胜编写,第五章由董双林编写,第六章由刘向东、强胜(第四节)编写,第七章由韩召军编写,第八章由徐敬友(第一节)、原国辉(第二节)、董双林(第三节)、郑长英(第四节、第五节)、孙丽娟(第六节)编写,第九章由吴小毅编写。董双林协助进行配图,全书最后由韩召军统稿,郑小波主审。

作为通论教材,我们希望以简练的文字和简明完整的知识体系,帮助读者系统了解植物保护学的基本知识,掌握植物保护的基本概念、基本原理和基本技能,不仅能满足教学培养方案的需要,同时在学生的素质教育和技能培养上发挥更好的作用。但由于编者水平所限,不足和错误之处在所难免,希望教师、同学们和广大植保同行随时指出,以便使本教材在今后的修订中,得到进一步完善。

本次再版得到了高等教育出版社和编者所在单位的大力支持,在此特表谢意。本次修订时参考了大量文献资料,但限于篇幅,论文文献没能一一列出,在此我们对所引文献的作者表示真挚的感谢。

编者

2012年3月30日

# 第 1 版前言

本书是教育部“面向 21 世纪农林高校植物生产类专业本科教学内容和课程体系改革计划”的研究成果。面向 21 世纪,培养宽基础、高素质、强能力的本科人才,拓展专业面、提高实践能力已成为高等教育工作者的共识。植物保护学是现代农业高产、稳产、高效、优质必不可少的技术支撑,与植物生产类专业密切相关。因此,这些专业的大学生除学习本专业的知识外,迫切需要了解和掌握植物保护学的基础知识和基本技能,以拓展其知识面,加强对交叉学科和边缘学科的了解和探索。为此我们编写本教材,以适应上述教学需要。

本书综合植物保护各分支学科,将提炼的内容有机地组合,形成一个完整的、循序渐进的、便于学习的教材体系,在有限的课时内,为植物生产类,除植物保护专业以外各专业的农科大学生,提供全面系统的植物保护学基础知识和基本技术。

本书共分 9 章,分别为绪论、植物病害、植物虫害、农田草害、农业鼠害、农业有害生物的发生规律及预测、农业有害生物的防治技术与策略、主要农作物病虫害综合治理和植物保护技术推广。本书第一章由韩召军、徐敬友编写,第二章由徐敬友编写,第三章由尹新明、原国辉编写,第四章由强胜编写,第五章由董双林编写,第六章由吴献忠编写,第七章由韩召军编写,第八章由徐敬友、原国辉、韩召军、吴献忠编写,第九章由韩召军编写。全书最后由韩召军统稿,郑小波主审。

在编写过程中,作者努力使用简练的表达方式,在有限的篇幅内系统介绍植物保护的基本知识、基本原理和基本方法,并适当增加图表的数量,以加强读者的直观印象。本章后附有简短的小结,以便学习时掌握各章的要领。

本书的编写得到了高等教育出版社、南京农业大学、扬州大学、河南农业大学、莱阳农学院的大力支持。编写中参考了大量的教材和专著文献,在此对上述教材和专注文献的编著者一并表示真挚的感谢。

编者的水平有限,本书难免存在疏漏、不足,甚至错误,敬请读者指正。

编者

2001 年 2 月

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	1	二、侵染性病害的特点与诊断	40
第一节 植物保护的一般概念	1	三、非侵染性病害的特点与诊断	42
一、植物保护的對象	1	小结	43
二、植物保护的目 的	2	<b>第三章 植物虫害</b> .....	44
三、有害生物与植物生物灾害	2	第一节 昆虫的形态结构	44
四、植物保护的方 式	2	一、昆虫的形态特征	44
第二节 植物保护的社 会责任和		二、昆虫的形态结构与功能	45
义务	3	三、昆虫的内部器官与功能	56
一、植物保护与农 业生产	3	第二节 昆虫的生物学特性	58
二、植物保护与 生态环境	4	一、昆虫的生殖方 式	58
第三节 植物保护学 的研究内容	5	二、昆虫的变态发 育	59
一、有害生物的 生物学	5	三、昆虫的世代	61
二、有害生物发 生规律与灾害预测	5	四、昆虫的生活史	62
三、有害生物防 治对策与措施	6	五、昆虫的生物学 学习性	62
小结	6	第三节 植食昆虫及 其危害	65
<b>第二章 植物病害</b> .....	8	一、昆虫的主要类 群	65
第一节 植物病害的 基本概念	8	二、吸收式害虫及 其危害	87
一、植物病害的 定义	8	三、咀嚼式害虫及 其危害	89
二、植物病害的 症状	9	第四节 农业害螨及 其危害	92
三、植物病害的 类型	10	一、螨类的形态特 征	92
第二节 植物病原物	11	二、农业害螨的主 要类群	93
一、真菌	12	三、螨类的生物学 特性	94
二、原核生物	22	四、主要农业害螨 及其危害	95
三、病毒	26	第五节 软体动物及 其危害	96
四、线虫	31	一、福寿螺	96
五、寄生性种子 植物	33	二、灰巴蜗牛和同 型巴蜗牛	97
第三节 病原物的侵 染过程和病害		三、蛭蛄	97
循环	35	小结	97
一、病原物的侵 染过程	35	<b>第四章 农田草害</b> .....	99
二、病害循环	37	第一节 杂草的概念 及其生物学	
第四节 植物病害的 诊断	40	特性	99
一、柯赫法则	40		



一、杂草的概念 .....	99	四、生命表在昆虫种群动态研究 中的应用 .....	163
二、杂草的适应性 .....	99	五、影响种群动态的因素 .....	163
三、杂草的繁殖能力 .....	100	第三节 植物病虫害预测 .....	164
第二节 杂草生态学 .....	101	一、病虫害的调查方法 .....	164
一、杂草个体生态 .....	101	二、病虫害预测技术 .....	169
二、杂草种群生态 .....	102	第四节 杂草群落演替与种群动态 预测 .....	176
三、杂草群落生态 .....	105	一、杂草群落演替 .....	176
四、中国农田杂草发生、分布 规律 .....	106	二、农田杂草群落演替的对策 .....	179
第三节 杂草的分类及主要杂草 介绍 .....	109	三、杂草种群动态预测 .....	180
一、杂草的分类 .....	109	第五节 农业鼠害预测 .....	181
二、主要杂草种类介绍 .....	110	一、农田鼠情调查 .....	181
小结 .....	130	二、鼠害预测技术 .....	182
<b>第五章 农业鼠害 .....</b>	<b>131</b>	小结 .....	<b>184</b>
第一节 鼠类的概念及形态 特征 .....	131	<b>第七章 农业有害生物的防治技术与         策略 .....</b>	<b>185</b>
一、鼠类的概念 .....	131	第一节 有害生物的防治技术 .....	185
二、形态特征 .....	131	一、植物检疫 .....	185
第二节 鼠类的生物学习性 .....	133	二、农业防治 .....	190
一、栖息地及洞穴 .....	133	三、作物抗害品种的利用 .....	193
二、活动与取食 .....	135	四、生物防治 .....	197
三、生长与繁殖 .....	136	五、物理防治 .....	201
四、行为与通讯 .....	138	六、化学防治 .....	203
五、越冬与冬眠 .....	140	第二节 有害生物的防治策略 .....	213
第三节 中国主要的农林牧害鼠 .....	140	一、防治策略的演变 .....	214
第四节 鼠害及其防治 .....	150	二、综合治理策略 .....	215
一、主要农作物鼠害的特点 .....	150	小结 .....	217
二、鼠害的防治 .....	152	<b>第八章 主要作物病虫害综合         治理 .....</b>	<b>219</b>
小结 .....	155	第一节 水稻病虫草害综合 治理 .....	219
<b>第六章 农业有害生物的发生规律         及预测 .....</b>	<b>156</b>	一、水稻重要病虫草害种类 .....	219
第一节 植物病害的流行 .....	156	二、稻区分布及病虫草害发生 特点 .....	223
一、病害流行的概念 .....	156	三、水稻病虫草害综合治理 .....	225
二、病害流行的类型 .....	156	第二节 小麦病虫草害综合 防治 .....	227
三、植物病害流行因素 .....	157		
第二节 植物害虫种群动态 .....	159		
一、害虫种群及其特征、结构 .....	159		
二、种群消长类型 .....	160		
三、种群生长型 .....	161		

一、小麦主要病虫害及其发生特点 .....	227	三、设施植物病虫害综合治理 .....	275
二、小麦病虫害综合防治 .....	232	小结 .....	283
第三节 棉花病虫害综合防治 .....	236	<b>第九章 植物保护技术推广</b> .....	284
一、棉花主要病虫害及其发生危害特点 .....	236	第一节 植物保护技术的推广形式 .....	285
二、棉花病虫害综合治理 .....	243	一、服务式技术推广 .....	285
第四节 果树病虫害综合治理 .....	244	二、行政式技术推广 .....	285
一、苹果病虫害综合防治 .....	244	三、教育式技术推广 .....	286
二、梨树病虫害综合防治 .....	248	第二节 植物保护技术推广体系 .....	286
三、柑橘病虫害综合治理 .....	251	一、植保教育 .....	287
四、葡萄病虫害综合治理 .....	254	二、植保科研 .....	287
第五节 蔬菜病虫害综合治理 .....	258	三、植保器材供应 .....	287
一、茄科蔬菜主要病虫害 .....	258	四、植保技术推广管理 .....	287
二、葫芦科蔬菜主要病虫害 .....	264	第三节 植物保护器材的管理与销售 .....	288
三、十字花科蔬菜主要病虫害 .....	267	一、农药的产品管理 .....	288
四、其他重要蔬菜病虫害 .....	271	二、农药的生产和销售管理 .....	289
五、蔬菜病虫害综合治理措施 .....	272	小结 .....	290
第六节 设施农业病虫害综合治理 .....	273	<b>主要参考文献</b> .....	291
一、设施农业的概念、特征与类型 .....	273		
二、设施栽培的植物种类 .....	274		

# 第一章 绪论

■ 植物保护的一般概念

■ 植物保护学的研究内容

■ 植物保护的社会责任和义务

植物是人类社会持续发展必不可少的再生资源。植物不仅为人类提供必需的基本生活品,同时能调节气候、控制水土流失、改善大气和人类的生存环境,并为野生动物及其他异养生物提供食物,维护生物多样性和地球生物资源。此外,植物在许多情况下,还是人类文明和传统文化的载体。因此,人类总是就其所掌握的知识,尽量充分利用植物造福人类。然而,植物在生长和发育过程中,经常受到各种不良环境的生物和非生物因子的影响,严重时造成植被和森林被毁、栽培植物的产量和品质下降,甚至绝产,由此导致饥荒和社会动荡。为了避免灾害,实现植物生产的高回报,人类在长期的农业实践中,不断总结经验,创造和发展了多种针对性减灾技术,植物保护学就是一门研究如何控制植物生物灾害的科学。

## 第一节 植物保护的一般概念

植物保护(plant protection)是综合利用多学科知识,以经济、科学的方法,保护人类目标植物免受生物危害,提高植物生产投入回报,维护人类的物质利益和环境利益的实用科学。早期植物保护仅是服务于作物栽培的一项技术措施,专业范围主要局限在作物的病虫害诊断与后续治理。随着现代农业的发展,要确保农业的高产、优质、高效,植物保护就必须了解各种可能的有害生物,弄清其发生规律,预测其危害程度及可能的灾害,开发科学、经济、有效的防治措施和对策,及时进行有害生物的预防和治理,同时避免植物保护措施对生态环境造成负面影响。因此,植物保护不断向相关学科渗透,衍生出许多基础研究和应用研究分支学科,如植物真菌学、植物细菌学、植物病毒学、植物线虫学、农业昆虫学、园艺昆虫学、农螨学、杂草学、农业鼠害学、植物检疫学、农药学、病虫害预测预报和有害生物综合治理等,形成了以保护植物为中心,既有基础理论又有应用技术的综合性学科体系。

### 一、植物保护的對象

植物保护是保护人类的目标植物。这与环境资源保护不同,并不是保护所有植物或生物的多样性,而是维护人类认为更具价值的植物的绝对优势。早期植物保护主要是保护栽培植物,包括大田作物、果树、蔬菜、特种经济植物及储藏期农产品。随着生态学的发展和人类环保意识的加强,人类逐步意识到保护森林和草原植被的重要性。在这方面,除了制定法规控制人为的破坏外,在必要情况下也采用了相宜的植物保护措施控制有害生物的危害,并

且形成了以保护森林为主的分支学科——森林保护学。应该说植物保护存在广义和狭义的保护对象,前者是指在特定时间和地域范围内,人类认定有价值的目标植物,而后者则是指人类的栽培植物。在农业上所说的植物保护一般是指狭义的栽培植物保护。

## 二、植物保护的目 的

植物保护的目的是控制有害生物对植物的危害,避免造成生物灾害,最终提高植物生产的回报,获得最大的经济效益、生态效益和社会效益。在自然界,影响植物生长发育、作物产量和农产品质量的环境因子很多,主要有不良气候,不适宜的土、肥、水等非生物因素和病、虫、草、鼠等有害生物,严重时它们都可能造成巨大损失形成植物灾害。然而,防止气候灾害主要是通过农田规划、水利建设和必要的栽培措施,而不适宜的土肥营养,主要是通过土壤肥料和栽培学进行解决。尽管植物保护也涉及植物缺素、冻害和日灼等非生物影响因子,但植物保护最主要的直接目的是控制植物的有害生物,避免生物灾害。

## 三、有害生物与植物生物灾害

有害生物(pests)是指那些危害人类及其财产利益的生物。植物保护学范畴的有害生物是指那些危害人类目标植物,并能造成显著损失的生物,包括植物病原微生物、寄生性植物、植物线虫、植食性节肢动物和软体动物、杂草、鼠类以及其他部分鸟、兽等。而植物生物灾害是指有害生物严重危害人类目标植物,给人类造成巨大损失而形成的灾害。

植物,尤其是绿色植物,作为能源物质的初级生产者,处于生物圈食物链的基层。以植物为寄主或食物的生物,其数量之大、种类之多都是相当惊人的,它们都可能给植物造成伤害,并在条件适宜时大量繁殖,使伤害蔓延加重。因此这些生物都可能对人类目标植物的生产造成经济上的损失,都是潜在的有害生物。然而在自然界,由于受不同因素的制约,这些潜在有害生物对人类目标植物的伤害,绝大部分都不能造成可见的经济损失,只有极少部分可以较好地适应农田生态环境,大量繁殖危害,才能造成植物生产显著的经济损失,甚至暴发蔓延,形成生物灾害。何俊华曾鉴别了624种可以危害水稻的(潜在)害虫,但在自然界曾经造成经济危害而需要进行防治的水稻害虫不足其十分之一,而不同地区常年需要专门防治的水稻害虫仅有几种。

同种作物总会有不同的有害生物,它们有些在一般情况下种群密度较低,仅是偶尔造成经济危害,被称为偶发性有害生物;而另一些则是一直维持较高的种群密度,经常造成经济危害,被称为常发性有害生物;还有一些虽然是偶发性的,但一旦发生就会暴发成灾,这一类又被称为间歇暴发性有害生物。后两者是植物保护关注的重点对象。

## 四、植物保护的方 式

一般来说,控制有害生物对植物的危害有两类方式,即防和治。防是阻止有害生物与植物的接触和侵害,或阻止有害生物种群的增长,如利用防虫网、害虫驱避剂、保护性杀菌剂、抗性植物品种、植物检疫以及破坏有害生物越冬场所等防治措施均属于此类。而治则是指有害生物发生流行达到经济危害水平时,采取措施阻止有害生物的危害或减轻危害造成的损失,如利用杀虫剂、治疗性和铲除性杀菌剂、除草剂、杀鼠剂、捕鼠器、诱虫灯、性引诱剂、释放天敌以及清理田园等绝大多数植物保护措施均可以达到治的效果。但控制有害生物仅是植物保护的手段,而其最终目的是获得最大的经济效益、生态效益和社会效益,因此实施植

物保护都需要考虑投入效益。

应该指出,除极少数珍贵观赏植物外,植物保护并非保护植物不受任何损害,而是将损害控制在一定程度,以不致影响人类的物质利益和环境利益为度。这是因为自然界存在大量的潜在有害生物,在绝大多数情况下它们都会对植物造成一定程度的损伤或危害。此外,植物自身具备一定的抗生和自我补偿能力,轻微的损伤并不影响植物的生长发育,对于绝大多数目标植物来说,非收获部位轻微的损伤也不会导致产量和品质的明显下降。因此,完全阻止有害生物对植物的伤害不仅相当困难,而且投入加剧,同时在多数情况下也是不必要的。事实上,实施植物保护必须获得一定的投入效益,如果投入的成本大于所获得的效益,那么该项植物保护措施就无法被接受。

## 第二节 植物保护的社会责任和义务

植物保护学是一门与人类生存和发展密切相关的科学,不仅对农业生产和粮食安全负有不可推卸的责任,同时还承载着维护环境安全和人类健康的义务。植物保护需要同时考虑人类的经济效益和生态效益,既要考虑眼前利益,也要照顾长远利益。即使是在商品社会,植物保护工作者也应该时刻牢记,食品生产不同于一般商品。

### 一、植物保护与农业生产

植物保护在农业生产中占有不可或缺的地位。在古代农业中,由于植物保护技术落后,有害生物对作物造成的生物灾害是农业生产、人类发展和社会稳定的重要制约因素。在中国古代,蝗灾给中华民族造成巨大灾难。史书记载自唐朝后期至清朝末年的约 1 000 年间,有 300 多年发生蝗灾,蝗虫暴发年份,飞蝗过处,草木一空,饥民流离,尸骨遍野。人们将蝗灾、旱灾和黄河水患并列为制约中华民族发展的三大自然灾害。在欧洲,1845 年马铃薯晚疫病大流行,导致的“爱尔兰饥谨”举世闻名,据记载,25 万多人饿死,数百万人背井离乡,仅迁往北美大陆的就有 50 多万人。

近代随着植物保护科学的发展,这种毁灭性的生物灾害已得到较好的控制,但是,病、虫、草、鼠等有害生物对农业生产的严重威胁有增无减。据 Yarwood 估计,从 1926 年到 1960 年美国有害生物发生记录增加 3 倍。中国自 20 世纪 50 年代以来,有害生物发生面积也呈逐年增加趋势。其主要原因是人类为了满足不断增长的人口对农产品的需求,所采取的一系列高产耕作措施为有害生物提供了更适宜的发生环境。如高产优质植物良种及多熟制为有害生物提供了充足而优良的食物和寄主;大面积单一品种及频繁的异地引种有利于有害生物暴发危害;精细耕作使农田物种群落高度简化,加之化学农药的广泛使用,杀伤天敌,致使有害生物失去了自然的生态控制机制;有害生物在长期持续的植物保护选择压力下,分化出不同的生物型和抗药性种群,都增加了有害生物暴发危害的风险。如果说早年的粗放低产农业,在不少情况下依赖自然生物控制,不经专门的植物保护尚能取得一定收获的话,那么在现代农业中,大田作物不经植物保护已经很难取得有效的收益了。

现代高产农业不仅生物灾害暴发的机会和频率比以往都高,绝对经济损失也大。据农业年鉴记载,中国 20 世纪 90 年代中期,农业上每年病、虫、草、鼠等有害生物成灾面积均在  $3 \times 10^8 \text{ hm}^2$ /次以上,利用植物保护措施防治,挽回粮食损失超过  $5 \times 10^7 \text{ t}$ 、棉花 100 多

万吨,而实际损失仍相当惊人。1992年害虫大发生,在大力防治的情况下,保守估计种植业仍损失80亿元之多。据联合国粮食与农业组织统计,农业有害生物在世界农业生产中造成的损失为:粮食20%、棉花30%、水果40%。美国估计其农业有害生物造成的农作物和牧草损失为30%。

事实上,这还是正常实施植物保护后的损失,如果没有相应的植物保护措施,有害生物在作物生长发育的各个阶段,都可能造成毁灭性的灾害。显然,植物保护已成为现代农业生产必不可少的技术支撑。但另一方面,这也说明植物保护还具有通过减少有害生物危害损失提高农作物总产的巨大潜力。在耕地日趋紧张的现代社会,除了大海、荒漠、作物品种、高新技术能为人类提供更多的必需品外,植物保护的发展同样可以提供一条满足人类对农产品需求的高效途径。

## 二、植物保护与生态环境

植物保护除了在农业生产上保护人类的经济利益外,在保护生态方面也起到非常重要的作用。首先,植物保护不仅保护大田农作物,还保护维护人类生态环境的森林、草原植被和园林植物,尤其是人类为了改善生态环境栽种的人工林和草场等,它们不具备原始森林经过长期反复生物灾变形成的稳定性生态系统,像大田作物一样容易受有害生物的危害。如中国为了阻止风沙蔓延而建立的生态工程——三北防护林,经常遭受透翅蛾和天牛的危害,必须实施植物保护,才能达到预期目的。其次,植物保护通过植物检疫控制有害生物的传播,保护人类的生态环境。这不仅是控制已知的有害生物,还包括控制动、植物引种在新环境下演变成的有害生物。如早年中国作为饲料和绿肥引进的水花生,由于没能进行严格的安全评估,引种后已演变成恶性杂草。更重要的是,植物保护要通过减少本身的负面影响来保护生态环境和人类健康。

由于对自然认识不足,一些植物保护措施也会对环境产生一定的负面影响。其中最典型的就是过量使用化学农药所造成的3R问题(3R problem),即农药残留(residue)、有害生物再猖獗(resurgence)和有害生物抗药性(resistance)问题。化学农药开发的初期,一般仅考虑田间防治效果,因而使一批高毒、高残留农药投入田间使用,并且由于当时对化学农药的过度依赖,致使3R问题迅速泛滥。首先由于一些农药毒性高,分解慢,残存在农产品中以及漂流扩散进入空气、土壤和水中,导致人、畜中毒,直接或间接影响人体健康及安全,有的甚至通过食物链富集,影响自然生态,形成农药残留问题。而广谱杀生性农药的使用,对天敌和有益生物的大量杀伤,严重破坏自然生态的控制作用,用药后残存的有害生物及一些次要有害生物种群数量激增,暴发危害,以致农田有害生物越治越多,形成再猖獗,使药剂防治次数不断增加。而在反复大量使用化学农药的人为选择压力下,有害生物通过适应性进化形成了抗药性,使正常剂量的农药无法达到防治效果,导致用药量不断增加。药剂防治次数和用药量的增加又加重了化学防治的3R问题,形成恶性循环。1962年美国生物学家卡尔逊发表《寂静的春天》对此进行了详细而生动的描述,并在社会上引起强烈反响。

为了确保农业高产稳产,减少植物保护对生态环境的负面影响,经过生物学、生态学、植物保护学和环境科学等多学科的共同努力,在植物保护领域逐步达成了以确保有害生物防治并减少化学防治负效应为目的,利用多种有效技术措施进行有害生物综合治理的共识。其后,各国政府采取措施,成立专门机构控制农药的开发与使用,相继禁用了一批高毒、高残留以及具有三致(致癌、致畸、致突变)慢性毒性的农药,如内吸磷、DDT、杀虫脒等,并开发了

一系列高效、低毒、低残留、高选择性农药品种以及控制生长发育和行为调节的非杀生性软化学药剂(soft chemical),将农药每亩(1亩 $\approx$ 666.7 m<sup>2</sup>)用量由早期的几十克到数百克减少至目前的几克,甚至零点几克,加之多种综合防治措施的实施,使目前化学防治的3R问题得到很大改善。显然,植物保护在保护人类物质利益的同时,还要从生态学的角度出发,保护人类的环境利益。

### 第三节 植物保护学的研究内容

植物保护学研究的内容包括基础理论、应用技术、植保器材和推广技术等,主要是要弄清不同有害生物的生物特性、与环境的互作关系、发生与成灾规律,建立准确的预测预报技术以及科学、高效、安全的防治措施与合理的防治策略,并将其顺利实施。

#### 一、有害生物的生物学

植物保护涉及从非细胞生物到种子植物和哺乳动物等多种类型的潜在有害生物,它们各具不同的生物学特性,在农业生态环境不断变换的情况下,它们都可能危害成灾。因此,研究它们的遗传变异、结构功能、新陈代谢、生长发育、生活史、生物学习性与发生发展规律是有害生物防治的基础。它不仅可以找到有害生物适于防治的薄弱环节,而且可以为开发安全、高效、高选择性防治技术提供必要的依据和思路。如针对植物繁殖体带毒而开发的脱毒苗病毒病防治技术,以及根据昆虫信息通信开发的行为调节剂,都是以生物学研究成果为基础的现代植物保护技术。因此,植物保护学在基础研究领域不断向微生物学、动物学、植物学、生态学、生理学、毒理学、分子生物学等相关学科渗透,形成了植物病原生物学、植物病理学、昆虫分类学、昆虫生理学、昆虫生态学、杂草生物学、杂草生态学、农药毒理学等,同时与应用相结合形成了一系列的应用基础分支学科研究领域,如植物病原真菌学、植物病原细菌学、植物病毒学、植物线虫学、农螨学、农业昆虫学、园艺昆虫学、杂草学、农业鼠害学、昆虫毒理学等。此外,现代分子生物学和组学技术的发展,为研究有害生物的生理生化及遗传变异机制提供了有力的技术支持,使有害生物分子生物学和分子毒理学迅速崛起,成为现代农药分子设计与植物保护高新技术开发的重要领域。

#### 二、有害生物发生规律与灾害预测

有害生物只有在环境条件适宜时,才能大量发生并侵染危害导致生物灾害。研究农田生态学,弄清环境因子对有害生物发生的影响,并根据环境因子的变化准确预测有害生物的发生期、发生量及危害损失程度,才能实施及时、有效和经济合理的防治措施。影响有害生物大发生的环境因子种类很多,包括气候因子、寄主及天敌等生物因子,以及土壤、肥料等其他非生物环境因子,它们都会影响农田生态,直接或间接地影响有害生物的种群消长及侵染危害。因此,植物生物灾害预测不仅涉及有害生物的自身发生规律,还涉及气象学、生态学、作物栽培学以及土壤肥料学等学科,尤其是生态学,研究有害生物与环境的互作关系,不仅是有害生物预测和灾害预警的基础,同时也是有害生物综合治理的基础。现代信息技术及计算机的应用,为环境信息采集和综合处理提供了有力手段,有害生物发生规律与灾害预测研究逐步深入,有害生物预测,尤其是中、长期预测的准确率不断提高,以计算机GIS(地理信息系统,geographic information system)、GPS(全球定位系统,global positioning system)和神

经网络系统为基础的植物灾害预测学正在崛起。

### 三、有害生物防治对策与措施

有害生物防治实际上是防和治两者的结合,但在不同时期或不同情况下有不同的偏重。如 20 世纪 40 年代出现有机合成农药后,人类过度依赖化学防治,一般很少考虑早期害虫的种群数量控制,而大都是进行发生后的治。3R 问题出现后,人类认识到有害生物防治的艰巨性和单项技术的局限性,逐步形成了有害生物综合治理的对策,将预防提到了更重要的位置。中国于 1975 年将“预防为主,综合治理”确定为植物保护方针,旨在加强植物保护的预防措施。事实上,植物病害防治由于技术的原因,一直是以预防为主。在现代农业有害生物综合治理实践中,为了避免生物灾害,大都采用预防为主的防治对策,即使是化学防治,在不少情况下也采用药剂预处理,如种子处理、土壤处理等。应该说预防是积极的植物保护对策,但应加强灾情预测的指导,以免造成投入浪费。

植物保护技术措施包括农业防治、物理防治、化学防治、生物防治、推广抗性植物品种以及植物检疫等,它们在长期的植物保护实践中均已得到较充分的利用,如农业防治中的水旱轮作、间作套种、播期调整、水肥管理和田园清理等,物理防治中的各种诱杀技术和防虫网罩等,化学防治中的杀虫剂、杀菌剂、除草剂和杀鼠剂的使用,生物防治中天敌的保护与利用等。随着科学的发展和植物保护学研究的深入,植物保护引进现代科学研究成果,不断研究开发新的高效、安全技术措施和器材,如微波处理技术,同位素不育技术,高效、低毒、无残留生物农药及有害生物行为控制技术,工程天敌微生物,植物免疫技术,脱毒技术,转基因抗性植物品种以及分子植物检疫技术等。为了更好地达到植物保护的目,并满足现代农业对植物保护的要求,综合利用现代科技成果,不断开发高效、经济、安全的植物保护技术措施及器材仍然是目前植物保护研究的重点。

植物保护学不仅有基础理论研究和应用研究,还包括技术的应用推广。由于植物保护涉及的学科面较广,理论与应用研究逐步形成了许多专业化的分支学科,这些分支学科对植物保护的学科发展和技术的原始创新是至关重要的,但分支学科的专家限于知识面较窄,很难面向农村和农民,指导有害生物的防治。因此,植物保护需要大量掌握综合植物保护技能与作物栽培知识,进行田间植物病虫害诊断,指导有害生物防治的一线植物保护专家。在国外有不同的植物保护咨询机构进行技术推广,我国则成立了从中央到地方的植物保护技术推广系统,随着农业集约化的发展,中国的植保专业合作社将会更有利于先进植保知识和理念的推广。此外,植物保护的技术和器材的应用推广,还需要政府和必要的法律支持。如植物检疫就是由检疫系统通过政府立法而实施的,农药的生产、销售及使用时是由政府的药检部门负责。这些都是植物保护技术推广的保证,也是植物保护的支撑行业。

## 小 结

植物保护是综合利用多学科知识,以经济、科学的方法,保护人类目标植物免受生物危害,提高植物生产投入的回报,维护人类的物质利益和环境利益的实用科学。植物保护向相关学科渗透,发展成为既有基础理论又有应用技术的综合性植物保护学。



广义的植物保护是指保护特定时间和地域范围内人类认定有价值的目标植物,而狭义的植物保护则是指保护人类的栽培作物。

植物保护的目的是采取适宜的措施和策略,控制有害生物的危害,避免生物灾害,最终提高植物生产的回报,获得最大的经济效益、生态效益和社会效益。

农业有害生物是指危害农作物、并能造成显著经济损失的生物。而植物生物灾害则是指有害生物大量危害人类的目标植物或森林植被等,给人类造成的严重损失。

控制有害生物对植物的危害包括防和治两种方式,目标是将危害控制在不影响人类的经济和生态效益的范围内。

植物保护在农业生产中占有不可或缺的地位,是现代农业生产必不可少的技术支撑。

植物保护学主要研究有害生物的生物学、发生规律与预测预报以及防治措施和策略。

植物保护工作者应该时刻牢记,农业生产不同于一般商品生产,更多的是关乎人类健康和生存的食品生产。

---