



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定

植物免疫学

● 李振岐 主编

● 植物保护 植物病理专业用

中国农业出版社



全国高等农业院校教材

植 物 免 疫 学

李振岐 主编

植物保护 专业用
植物病理

(京)新登字060号

全国高等农业院校教材

植 物 免 疫 学

李振岐 主编

* * *

责任编辑 伏月华

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 中国农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm16开本 14.00印张 313千字

1995年5月第1版 1995年5月北京第1次印刷

印数 1—3,300册 定价 8.10元

ISBN 7-109-03141-1/Q·186

内 容 简 介

植物免疫学是植物保护、植物病理专业大学生选读的基本教材，全书十三章，分总论和各论两部分。

总论讲述植物抗病性的概念、分类、病原物的致病性、植物抗病机制、植物抗病性的遗传和变异、寄主——病原物的相互关系、抗病育种、保持与提高植物抗病性的途径等；各论讲述麦类、水稻、玉米、棉花、马铃薯对不同类型病害的抗病性及其利用。

本教材既重点保证基本理论与基本知识，又适当注意学科的新发展。在写法上既坚持科学地、客观地阐述本门课程的内容、新发展和存在问题，又注意辩证地予以评介，以便对学者有所启发和鼓舞。

本教材也可供未修读过植物免疫课的植物病理专业研究生和有关教师、科学工作者参考。

主 编 李振岐 (西北农业大学)
编写人 曾士迈 (北京农业大学)
商鸿生 (西北农业大学)
主审人 王焕如 (河北农业大学)

前 言

植物免疫学是植物病理学的一个分支学科,是研究植物抗病性及其应用的理论和方法的科学。70年代以来,由于吸收了生态学、遗传学、分子生物学以及其它有关新兴学科的营养,植物抗病性的研究和利用在国内和国外均有了很大发展,植物抗病性的利用在生产上的作用也越来越受到重视;作为一门课程,植物免疫学的内容和体系也日益成熟,并一直被列为植保专业和植病专业大学生的选读课程。但是国内近20多年来本门课程一直没有正式出版的全国统编教材,这对本门课程的教学是十分不利的。为此,根据全国高等农业教材指导委员会的安排,特组织编写了本门教材。

本门教材是植物免疫学的基本教材,而商鸿生主编的《植物免疫学实验指导》与本门教材配套,构成完整的一套教材。

本教材以辩证唯物主义为指导,坚持理论结合实际和循序渐进的原则。在内容上既重点保证基本理论和基本知识,又适当注意学科的新发展。在写法上既坚持科学地、客观地阐述本门课程各个方面的基本内容、新发展和存在问题,又注意给予辩证的实事求是的评介,以便对学生有所启发和鼓舞并有利于本学科的发展。此外,还注意了与有关学科的衔接,避免不必要的重复,而要互相呼应。

本教材分总论和各论两部分,以总论为主,共13章,第1章为绪论,第2至第8章为总论,第9至第13章为各论。为便利学者学习,每章之后附有思考题和主要学习参考文献代号(名称见参考文献索引),书后附有参考文献索引和专业术语英中名称对照表。

本教材可作为植保专业、植病专业及其它有关专业大学生和未修读过植物免疫学的植病专业研究生的选读教材,也可供有关专业教师和科技工作者参考。

本教材的总论部分是由李振岐(第1、3、8章)、曾士迈(第2、5、6章)、商鸿生(第4、7章)编写的;各论部分除李振岐、商鸿生编写了部分章节(第9章1、5节)外,主要是由以下特邀编写人编写,即朱之育(第9章第2、3节)、吴长(第9章第3节)、张志德(第9章第4节)、许志刚(第10章)、黄悟芳(第11章)、李君彦(第12章)、吕文清(第13章)。

本教材承以王焕如教授为主审的5位审稿人即杨作民、黄悟芳、王树权、朱之育对初稿进行了详细审阅和修改。

在本教材的编写过程中还得到许多同志的帮助,如王素梅、徐芳玲同志为本教材绘制了插图;赤国彤同志为本教材打印专业术语中英文对照表初稿,贾明贵为本教材打印专业术语对照表、文献索引、序言、目录等;郭爱国同志为本教材编写提供了部分资料;王凤葵、李剑雁、冉瑞碧、兰洁轩、兰际春、金光亚、陆和平、魏国荣、马青、张慧、姚技强为本教材抄写稿件。

由于以上专家和同志们热心帮助才使我们的编写计划得以顺利完成。在此,谨向他

(她)们表示最诚挚的谢意。

在本教材编写中，我们编写组的同志虽然尽了最大努力，设法提高编写质量，但因限于水平和时间，难免还有错漏之处，尚望读者不吝批评指正，俾便再版时修订改正。

李振岐

1991年6月15日

目 录

前言	
第一章 绪论	1
第一节 抗病性利用在植物病害防治中的作用	1
一、防治植物病害的重要性	1
二、抗病性利用在植物病害防治中的作用	1
第二节 植物免疫学的研究内容及与其它学科的关系	2
一、植物免疫学的研究内容	2
二、植物免疫学与其它学科的关系	2
第三节 植物免疫学发展简史	3
一、19世纪中期至20世纪初期阶段	3
二、20世纪初期阶段	3
三、20世纪中期阶段	4
四、70年代以后的新发展	4
第四节 我国植物抗病性研究利用工作开展简况	5
一、解放前的工作	5
二、解放后的成就	5
第二章 植物抗病性的概念和分类	7
第一节 植物抗病性的概念	7
一、常识中的抗病性	7
二、抗病性的进化观	8
三、抗病性的生理观	9
四、抗病性的遗传观	9
五、抗病性概念的弹性、模糊性和正确理解	10
第二节 植物抗病性的类别	10
一、寄主抗病性和非寄主抗病性	10
二、基因抗病性和生理抗病性	11
三、避病、抗病、耐病和抗再侵染	11
四、被动抗病性和主动抗病性	12
五、主效基因抗病性和微效基因抗病性	12
六、小种专化的抗病性和非小种专化的抗病性	12
七、真抗病性和圃场抗病性	13
八、广谱抗病性	13
九、持久抗病性	13
十、个体抗病性和群体抗病性	14
第三章 植物病原物的致病性	15

第一节 致病性的概念	15
一、致病性	15
二、毒性 (毒力)	15
三、侵袭力	16
第二节 植物病原物的侵袭手段	16
一、酶	16
二、毒素	17
三、生长调节物质	20
第三节 植物病原物的寄生专化性	22
一、植物病原物寄生专化性的概念	22
二、植物病原物寄生专化性的研究简史	23
三、植物病原菌生理小种的鉴定	24
四、毒力频率和综合致病性分析	29
第四节 植物病原菌致病性的遗传	32
一、小麦锈菌毒性的遗传	32
二、苹果黑星病菌毒性的遗传	33
三、麦类白粉菌毒性的遗传	33
四、黑粉菌毒性的遗传	33
第五节 植物病原物致病性的变异	34
一、研究植物病原物致病性变异的意义	34
二、植物病原物致病性变异的类型	34
三、植物病原物致病性变异的途径	35
第四章 植物抗病性的机制	40
第一节 植物的被动抗病性因素	40
一、物理的抗病性因素	40
二、化学的抗病性因素	43
第二节 植物的主动抗病性因素	46
一、物理的主动抗病性因素	46
二、化学的主动抗病性因素	49
第三节 植物避病和耐病的机制	55
一、植物的避病机制	55
二、植物的耐病机制	56
第四节 植物的诱发抗病性及其机制	57
一、诱发抗病性	57
二、关于诱发抗病性的作用机制	59
第五章 植物抗病性的遗传和变异	61
第一节 一般讨论	61
第二节 寄主抗病性的遗传	63
一、主效基因抗病性	64
二、微效基因抗病性	67
三、胞质遗传	69
第三节 植物抗病性的变异	70

一、抗病性基因型的表型变异	70
二、寄主抗病性的遗传性变异	71
第六章 寄主抗病性—病原物致病性的相互关系	74
第一节 基因对基因学说	75
一、Flor的基因对基因假说	75
二、其它作物中基因对基因关系的证明	76
三、基因对基因学说的作用和意义	78
第二节 抗病性基因和致病性基因间的相互作用	79
一、寄主—病原物间的专化性、识别和亲和性	79
二、诱导抗病性还是诱导感病性	81
三、基因调控模型	82
四、抗病基因和感病基因的本质	83
第三节 生物间遗传学	84
一、基本概念	84
二、方法要点	85
三、应用	86
第四节 植物病害体系	86
一、水平体系和垂直体系	86
二、两类致病性和两类抗病性	88
三、定向选择和稳定性化选择	90
四、微梯弗利亚效应和水平抗病性育种	90
五、有关植病系统稳定性的其它假说	91
第五节 寄主—病原物相互关系的群体遗传学	94
一、品种组成和小种组成的相互作用	94
二、小种的寄生适合度	94
三、新小种的流行规律	95
四、品种抗病性寿命预测和抗病性基因管理	96
第七章 植物抗病育种	99
第一节 植物抗病育种概述	99
一、抗病育种的进展和问题	99
二、抗病育种的目标	101
第二节 植物抗病种质资源	101
一、种质资源（即抗源）类型	101
二、抗病种质资源的搜集	103
第三节 植物抗病性鉴定	104
一、基本要求	104
二、抗病性鉴定方法	105
三、接种技术和田间试验设计	108
四、抗病性的分级评定	111
五、抗病基因的推导	114
六、水平抗病性鉴定方法商榷	115
第四节 植物抗病育种的途径	117

一、引种	117
二、系统选种	117
三、常规杂交育种	118
四、远缘杂交育种	121
五、杂种优势利用	123
六、诱变育种	124
七、其它育种途径	124
第八章 植物抗病性的保持与提高	127
第一节 保持与提高植物抗病性的重要性	127
第二节 保持植物抗病性的策略与措施	127
一、过去的教训	127
二、保持植物抗病性的策略	128
三、植物专化抗病性的合理利用	128
四、植物非专化抗病性的合理利用	130
第三节 提高植物抗病性的主要途径	131
一、扩大和丰富植物的抗病种质资源	131
二、加强选种和抗病良种的繁育, 不断提高品种的种性和抗病性能	132
三、应用栽培措施提高植物的抗病性	132
四、应用化学措施提高植物的抗病性	133
五、应用生物措施提高植物抗病性	134
第四节 我国在保持与提高植物抗病性中的问题及其解决途径	135
一、存在的问题	135
二、解决的途径	135
第九章 麦类作物抗病性及其利用	137
第一节 小麦抗条锈性	137
一、小麦条锈菌的致病性	137
二、小麦品种抗条锈性	139
三、小麦条锈菌致病性和小麦品种抗病性的相互作用	141
四、小麦抗条锈育种及品种利用	142
第二节 小麦抗叶锈性	143
一、小麦叶锈菌的致病性变异	143
二、小麦叶锈菌的生理分化现象	144
三、小麦品种抗叶锈性测定	144
四、小麦抗叶锈性遗传研究	146
五、小麦抗叶锈性生理机制研究	146
第三节 抗小麦秆锈性及其利用	147
一、小麦秆锈菌的毒性及其变异	147
二、小麦秆锈菌的生理分化	148
三、小麦品种抗秆锈性鉴定	149
四、小麦品种的抗秆锈性遗传	151
五、小麦抗秆锈的生理机制	152
六、小麦抗秆锈病育种	152

第四节 小麦、大麦抗白粉病性	153
一、病菌的寄生专化性	153
二、病菌的侵染与寄主的反应	154
三、品种的抗病性及其利用	155
第五节 小麦抗赤霉病性及其利用	157
一、抗病性类型和遗传	158
二、抗病性鉴定	158
三、小麦抗赤霉病品种资源	160
四、小麦抗赤霉病育种	160
第十章 水稻抗病性及其利用	162
第一节 水稻对稻瘟病的抵抗力	162
一、稻瘟病菌的致病性及其变异	162
二、水稻品种对稻瘟病的抵抗力	165
三、水稻品种对稻瘟病的抗性遗传	167
第二节 水稻对白叶枯病的抵抗力	168
一、病原细菌的致病性	168
二、品种的抗病性	170
第十一章 玉米抗病性及其利用	175
第一节 玉米抗大斑病性	175
一、玉米大斑病菌的致病性	175
二、玉米对大斑病的抵抗力	175
三、玉米品种抗大斑病性鉴定	176
第二节 玉米抗小斑病性	177
一、玉米小斑病菌的致病性	177
二、玉米对小斑病的抵抗力	178
三、玉米品种抗小斑病性鉴定	179
第三节 玉米抗丝黑穗病性	180
一、玉米丝黑穗病菌的致病性	180
二、玉米对丝黑穗病的抵抗力	180
三、玉米品种抗丝黑穗病性鉴定	181
第四节 玉米抗病毒病性	181
一、玉米病毒病的类型及其诊断	181
二、玉米对病毒病的抵抗力	182
三、玉米抗病毒病性鉴定	182
第十二章 棉花抗枯、黄萎病性及其利用	185
第一节 棉花枯、黄萎病菌的致病性	185
一、棉花枯萎病菌生理专化型及其变异	185
二、棉花黄萎病菌的种型及遗传类型	186
三、棉花枯萎病菌侵染致病机制	188
第二节 棉花品种的抗病性和抗病育种	189
一、棉花品种抗病类型及抗萎机制	189

二、抗病育种研究及利用.....	190
第三节 棉花抗枯、黄萎病性研究利用中的问题与展望.....	192
第十三章 马铃薯抗病性及其利用	193
第一节 马铃薯对病毒病的抗性及其利用.....	193
一、马铃薯抗病毒育种的主要对象	193
二、马铃薯抗病毒育种.....	194
三、抗病毒育种中的几个问题.....	195
第二节 马铃薯抗晚疫病性及其利用	196
一、马铃薯抗晚疫病性的研究和利用	196
二、马铃薯晚疫病菌的生理分化	197
三、生理小种鉴定工作中的问题.....	198
四、晚疫病菌生理小种的地区分布与年度变化.....	198
五、生理小种的变异	199
六、马铃薯对晚疫病的水平抗性.....	199
七、抗晚疫病育种的方向	200
附录 植物免疫学专业术语英中文对照表	202
参考文献	206

第一章 绪 论

第一节 抗病性利用在植物病害防治中的作用

一、防治植物病害的重要性

自从人类驯化栽培植物进行农业生产活动以来，植物病害一直是作物生产的最大威胁之一。例如远在公元前700年古罗马时代就有麦类锈病流行成灾的记载。植物的瘟病、枯萎病、黑穗病等对作物生产的危害在历史上也早有记载。因而，为了保证自己的生存和发展，人类自古以来一直在自觉和不自觉地向栽培植物上所发生的各种病害作斗争，以期减少其危害，更好地实现自己生产的目的。在植物病害流行史上所发生的各种重大病害事件，如1844—1846年由于马铃薯晚疫病的流行所造成的爱尔兰饥荒；1942年由于水稻胡麻斑病的流行所造成的孟加拉饥荒；1870年由于咖啡锈病的流行，使斯里兰卡的咖啡生产全部毁产；1970年和1971年由于玉米小斑病的流行，使美国玉米遭受重大损失；1950年我国小麦条锈病大流行损失小麦120亿斤，等等，使人们更加深刻地认识到防治植物病害的重要性。

在农业现代化生产中，植物病害对作物的威胁并未减轻，而是随着耕作制度的改变，品种的更换，尤其是品种的单一化和栽培条件的变化，有加重的趋势。近年来国内外的生产实践一致证明，要获得作物的高产、优质和稳产，必须作好植物病害的防治，并将它列为保证高产、稳产的重要措施之一。

二、抗病性利用在植物病害防治中的作用

利用抗病性来防治植物病害，是人类最早采用的防治植物病害的方法。尽管19世纪中期以后，一个时期由于“唯病原论”和“绝对防治论”的思想影响，在植物抗病性的利用方面曾走过一段弯路，片面强调了专化抗病性的作用，但抗病性利用在植物病害防治中的重要作用并未减弱，而是随着抗病育种工作的开展，愈益受到人们的重视。70年代以来，在对植物病虫害的防治方面由于生态系统观点的指导和系统工程学方法的引入，植物病害防治策略水平有了根本改变，提出了“综合治理”的策略，但抗病性利用仍然是最基本、最重要的措施。即使在药剂防治为主的情况下，也要求植物本身有一定程度的抗病性，才能更好地发挥药剂防治的作用。

为什么抗病性的利用在植物病害防治上有如此重要的作用？这是由于“内因是根据，外因是条件”，只是选用抗病品种和通过各种途径提高植物的抗病性，充分发挥植物本身的抗病作用，并以此为基础，协调应用其它防治措施，才能取得最好的防治效果。

利用抗病性防治植物病害的另一优点，是不需增加投资，经济、简便、易行，且不污染环境，因而最受广大农民群众欢迎。

过去对植物病害尤其是大田作物如小麦、水稻、棉花、玉米等病害的防治实践也充分证明, 利用抗病性是防治植物病害的最基本和最重要的途径。例如, 由于合理地应用了以抗病品种为主的综合防治措施, 1956年以来我国的小麦秆锈病基本上得到了控制, 1956—1976年小麦条锈病的流行基本上得到了控制; 1972年以来由于推广了抗病品种, 棉花枯萎病的为害也大为减轻。

第二节 植物免疫学的研究内容及与其它学科的关系

一、植物免疫学的研究内容

植物免疫学 (plant immunology) 是一门专门研究植物抗病性及其应用方法的科学。它是植物病理学的一门新兴分支学科。系统研究植物的抗病性, 充分掌握其类型、机制和遗传、变异规律, 才能合理地利用植物的抗病性, 使其在植物病害防治中发挥应有的作用。

植物免疫学的研究内容主要包括:

- (一) 植物抗病性的概念和分类;
- (二) 植物病原物的致病性及其遗传和变异规律;
- (三) 植物抗病性的类型、机制及其遗传和变异规律;
- (四) 寄主抗病性和病原物致病性之间的相互关系;
- (五) 植物抗病育种;
- (六) 保持和提高植物抗病性的途径和方法;
- (七) 植物抗病性鉴定的方法和原理。

由上可知, 植物免疫学是研究病原物的致病性及其遗传和变异规律, 植物抗病性的分类、机制、遗传和变异规律和病原物与寄主植物之间相互作用及其应用方法的科学。

二、植物免疫学与其它学科的关系

植物免疫学是一门应用基础学科, 是植物病理学的一个分支学科。本分支学科以辩证唯物主义为指导思想, 用辩证唯物主义的观点和方法, 深入揭示病原物的致病性和植物抗病性及其相互作用的规律和机制, 以便在植物病害综合治理中更好地发挥抗病性的作用。

植物免疫学与其它学科, 如植物生理学、植物生物化学、植物遗传学、群体遗传学、作物栽培学、普通植物病理学、农业植物病理学等学科均有密切关系, 是以这些学科为基础发展起来的新兴学科, 也与一些其它新兴学科如分子生物学、分子遗传学、分子植物病理学等有密切关系。今后随着这些新兴学科的发展及其在植物免疫学研究中的扩大应用, 植物免疫学一定会得到更深入的发展。因此, 一个植保工作者必须学好有关基础学科才能学好植物免疫学, 必须不断学习有关新兴学科, 才能在对植物抗病性研究中不断创新。

第三节 植物免疫学发展简史

植物免疫学的发展大体上可分为三个阶段：

一、19世纪中期至20世纪初期阶段

尽管人类从远古开始驯化栽培植物以来就自觉不自觉地开始利用抗病性来防治植物病害，但直至19世纪中期，生产进一步发展和一些重大病害事件，特别是马铃薯晚疫病大流行的影响所造成的爱尔兰饥荒，使人们开始从神道观念束缚中解放出来，才推动了科学的发展。这一时期达尔文（C. R. Darwin, 1859）的“物种起源”学说，巴士德（L. Pasteur, 1822—1895）的“微生物病原”学说，狄巴利（Anton de Bary, 1831—1888）的“病害传染”学说相继问世，和1830年狄巴利又提出破坏性共生现象等，才使人们对植物抗病性开始有了认识，同时，开始了研究活动，并取得了一些结果。如1880年英国选种家（J. Clark）用马铃薯“早玫瑰”品种与“英国胜利”杂交育成了抗晚疫病品种“马德波特·沃皮特”。拉宾格（L. Liebig, 1863）发现增施磷肥可以提高马铃薯对晚疫病的抗性，而偏施氮肥可加重发病。1896年埃里克森（J. Eriksson）和亨宁（E. Hennig）发现小麦对锈病的反应有严重感染、轻度感染和近乎完全抵抗三种类型，并建议在生产上应用近乎完全抵抗的品种。1879年和1894年施罗泽（Shroder）和埃里克森先后发现醋梨锈病菌（*Puccinia caricis*）和谷类秆锈菌（*Puccinia graminis*）有寄生专化现象。以上这些研究结果为20世纪初期以后植物免疫学的形成和发展以及人类以科学理论为依据，积极地研究和利用植物的抗病性防治植物病害奠定了基础。因而也可以说，这一阶段就是植物免疫学的萌芽时期。

二、20世纪初期阶段

20世纪初期植物抗病性的研究和利用工作进入了一个新的阶段。这一时期主要有以下进展：

（一）开始建立了遗传学理论 1900年孟德尔（G. J. Mendel）的遗传定律被重新肯定，为植物抗病性的研究和利用提供了遗传学理论。1905年比芬（R. H. Biffen）用小麦抗条锈品种American Club与感条锈品种Michigan Bronze杂交和用大麦抗白粉病品种与感白粉病品种杂交证明，植物的抗病性不但可以遗传，而且是按照孟德尔的遗传定律遗传。1909年N. A. Orton用栽培种西瓜Eden与饲料西瓜Citron杂交，并按照孟德尔的遗传定律在子2代和子3代继续选择，选出了抗萎蔫病食用西瓜“胜利者”。

（二）发现病菌有生理分化现象 在施罗泽（1879）和埃里克森（1894）工作基础上，1917年E. C. Stakman和F. J. Piemeisel又发现小麦秆锈菌内有生理小种的分化。这一发现为专化抗病育种奠定了理论基础。

（三）开始研究病原菌致病性的遗传和变异 1904年Blackeslee发现毛霉菌有异宗配合现象；1927年G. H. Criegie又发现秆锈菌也有异宗配合现象。这些发现，为研究病原真菌的有性杂交和遗传开创了道路。其后在20世纪30年代前后许多学者进行了有性杂交试

验,证明小种内、小种间、专化型间均可通过有性杂交产生新的致病类型。这一时期在病原真菌的突变方面也做了大量工作,证明病原真菌可通过突变产生新的致病类型。此外,1932年A. F. Hansen和Smith还在半知菌中发现有异核性。

(四)提出了一些有关植物免疫机制的学说 这一时期还提出了一些有关植物免疫机制的学说。如毒素和抗毒素学说(Ward, 1902)、酸度学说(Comes, 1910)、渗透压学说(Dougal, 1910)、膨压学说(Rivera, 1913)、抗体、拟抗体学说(Кричевский, 1916)和植物免疫发生学说(瓦维洛夫, 1919)。此外,瓦维洛夫还于1939年出版了“植物对侵染性病害的免疫学”专著。

由以上所述可知,这一时期植物免疫学作为一门学科已开始形成。

三、20世纪中期阶段

进入20世纪中期即40至60年代,植物抗病性的研究和利用工作得到了进一步发展。这一时期在理论方面的最重要建树是弗洛尔(H. H. Flor, 1942),在深入研究了亚麻与锈菌的遗传关系后,提出了“基因对基因”假说(gene-for-gene hypothesis),为在基因水平和从寄主与病原物之间的相互关系方面研究植物的抗病性提供了理论依据。与此同时,在植物抗病性与外界环境的关系方面也有了进一步的认识。

这一时期的工作,除了进行大量的品种抗病性鉴定,选育出大批抗病良种外,还有以下重要进展:

(一)在过去工作基础上进一步开展了植物病原菌致病性的遗传和变异研究,发现病菌可以通过准性生殖(parasexualism)产生变异(Pontecorvo, 1953);

(二)在植物抗病性的遗传变异规律和寄主与病原物相互关系方面开展了许多研究,取得了较大进展;

(三)开始了物理、化学和人工免疫研究;

(四)在植物抗病机制方面做了大量研究,又提出了一些新的假说。如“退化”学说(斯特拉霍夫, 1959)、“杀生素”学说(维尔捷列夫斯基, 1959)、“酶”学说(鲁宾, 1960)。

(五)一批新的关于植物免疫的理论著作先后问世。如《植物免疫性的发生及其应用》(杜宁, 1946)、《植物侵染性病害原理》(高又曼, 1951)、《植物免疫生理学》(苏霍鲁柯夫, 1959)、《植物病害原理》(E. C. Stakman & J. G. Harrar, 1957)、《植物病理学:问题和进展》(C. S. Holton et al.),《植物对侵染性病害的简明教程》(高尔连科, 1959)、《植物免疫生理与生化》(鲁宾, 1960)、《植物免疫学》(林传光等, 1961)等。

总之,这一时期在植物抗病性的研究和利用方面无论在理论上和技术上均有了较大发展,使植物免疫学的各方面内容得到了进一步充实提高。

四、70年代以后的新发展

70年代以后,植物抗病性的研究和利用工作无论在广度和深度方面均有了很大进展。从广度方面,开始应用生态系统观点、群体遗传学观点和系统工程学方法进一步揭示了在