



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

植物病害生物防治学

鲁素芸
编

植保专业用

北京农业大学出版社



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

植物病害生物防治学

鲁素芸 编

(京) 第164号

全国高等农业院校教材
植物病害生物防治学

鲁素芸 编

责任编辑 吴肖菊

北京农业大学出版社出版

(北京市海淀区圆明园西路2号)

北京农业大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

850×1168毫米 32开本 8.75 印张 字数 225千字

1993年1月第1版

1993年1月第1次印刷

印数：0~2000

ISBN 7-81002-398-5/S·204

定 价：2.75 元

内 容 简 介

本书是编者根据近年国内外的发展趋势和多年从事植物病理学与病害生物防治的教学及科研实践的基础上完成的，是国内第一本关于病害生物防治原理与科学实践的教科书。书中不仅阐述了群众中传统的生态防病与生物防治经验，也广泛介绍了近20年来“信息爆炸”期中涌现的病害生防最新成果，并密切联系中国农业生产实际。全书共分为八章，第一章关于植物病害防治的历史与现状；第二章植物体自然生态系与微生物生境；第三章病害生防一般机制；第四章生防技术应用途径；第五章不同类型病害的生防；第六章环境条件与生物防治；第七章耕作制及栽培管理技术与病害生防；第八章病害生物防治研究方法（附基本实验）。该书可作为农业院校植病生防课教材，也可供病害生防各级科研和推广人员参考。

前 言

近二十多年来，人们不断地受到科学技术各领域所取得新成果的鼓舞，同时又日益为当前世界面临的人口、能源、粮食、资源、污染等世界性问题而担心。作为植保工作者，因为抗病品种和农药受到挑战而促使人们探索新的防治途径，加上伴随农业现代化而不断出现的病害问题，也迫切要求寻找更多的防病增产新技术。

人类为保护农作物所进行的斗争贯穿了近万年的农业史，从祈求天神到科学防病、治病的漫长岁月中渐渐取得了主动权。然而植物病害的防治却是一场永无休止的战斗，老的问题解决了新的问题又会出现。随着农业现代化的发展进程，无论是品种、耕作制、地力以及某些环境条件都有加重病害的趋势。为了持续稳定地增加粮食和各种原料，农业生态系的全面调控和改造已成为当前发展生产的头等大事。

利用生物因素控制农作物的病虫害和增产本是我国古老的群众经验之一，只是因为缺乏科学总结而未能更广泛地加以应用，不过象有机堆肥、轮作倒茬等耕作措施至今仍为国内外农民广为采用。70年代以来，植物病害生物防治的科学进展极为迅速，这是在生态学渗透下开展的大量研究和实践的结果。国际上已进行过多次定期和不定期的微生物生态和生物防治学术交流，进一步刺激了人们发掘利用微生物资源的兴趣。尽管目前植病生防技术的大面积生产应用还不多，但其发展前景无疑是乐观的。近年国内各农业院校为植保专业本科生讲授植病生防知识，北京农业大学于1979年成立植物病害生物防治研究室，在陈延熙教授

主持下，及时开展了生防益菌的筛选和研究，并率先为研究生开设了《植物生态病理学》必修课。随后，该室又为本科生和研究 生开设了《植物病害生物防治学》。与此同时，该室研制的“增产菌”，作为一类新型的有益微生物，在生产上得到推广应用，在全国数十种作物近五亿亩面积上表现良好的增产和防病效果。

鉴于长期缺乏正式教材，而国内外有关文献资料又日益丰富，因此在同行的鼓励下，决定编写本教材。本书试图根据国内 外近年的发展趋势和生产实践，简要介绍有关植物病害生物防治 的基本原理和应用途径，以期抛砖引玉引起共鸣，推动国内植病 生防事业的发展。

作为《植病生防》基础知识的一本教科书，要求通过介绍病 害生物防治的基本原理，掌握从事病害生物防治的操作技术，以 利于在实践中开发利用我国丰富的微生物资源，达到防病增产的 目的，在农业现代化中发挥新的作用。

全书分为八章。第一章，关于植物病害防治的历史和现状； 第二章，植物体生态系与微生物生境；第三章至第七章，分别介 绍病害生物防治一般机制、应用途径、不同类型病害的生物防 治、环境条件、栽培管理与生物防治的关系；第八章，开展植病 生防的基本操作技术及必须进行的实验。

书稿完成后经杨新美教授和王道本教授等审阅并提出宝贵修 改意见。董平同志绘制全部插图。在此，一并致谢。

编者 鲁素芸

1992.11.

目 录

第一章 植物病害防治的历史与现状	1
第一节 植物病害发生原因的认识.....	1
第二节 农业现代化中的植物病害问题	3
一、增施水肥	3
二、改良品种	3
三、集约化栽培	4
四、化学化	5
五、机械化	6
第三节 生态学与现代植物病理学.....	6
一、生态学与生态系统概念	6
二、农业生态系统	10
三、现代植物病理学中的生态观	15
第四节 微生态学与植物微生态系.....	19
一、微生态学的概念	19
二、微生态学的形成与发展	19
三、微生态学的应用	20
四、植物微生态学与植病生防	21
第五节 植物病害生物防治的发展.....	22
第二章 植物体生态系与微生物生境	25
第一节 植物微生态系的基本特征.....	25
一、微生态系的特异性	25
二、微生态系的空间与层次	26
三、微生态系的动态变化	26
四、微生物与宿主间相互关系	28

五、微生物间的相互作用	29
第二节 植物根际与根面微生境	32
一、根际与根面的概念	32
二、根际微生物的主要类群	35
三、根际与植物营养	37
四、根际与植物病害	39
第三节 叶围与叶面微生境	41
一、一般概念及其特征	42
二、叶面微生物的种群及其动态	43
三、叶面微生物与植物的关系	44
四、叶面微生物与叶病	46
第四节 植物的体围与体表微生境	47
一、草本植物茎及其类似器官表面	47
二、木本植物茎及其表面微生物	48
第五节 花器等繁殖器官与微生境	50
一、花器	50
二、果实	53
三、种子	54
第六节 植物体内微生物	55
一、皮下和薄壁组织内生菌	55
二、维管组织内生菌	55
三、其它内生菌	57
第三章 植物病害生物防治一般机制	60
第一节 病害生物防治的概念	60
一、传统的生物防治	60
二、植物病害生物防治	60
三、病害生物防治的发展	62
第二节 病害生物防治因素分析	63
一、微生物中的生防因素	64
二、寄主植物	65

三、病原物	66
四、非生物环境与生物防治	67
第三节 自然界有利于控制病原物的生物因素	69
一、溶菌现象	69
二、抑菌现象	70
三、重寄生现象	71
四、交互保护作用及诱发抗性	77
第四节 其它可利用的生防因素	79
一、抑制性土壤	79
二、菌根真菌	83
三、冰核细菌的控制	85
四、生物技术与遗传工程	87
五、植物微生态工程	89
第四章 植物病害生物防治技术的应用途径	90
第一节 不同来源生防因素的应用	90
一、引进的生防因素	90
二、利用习居的生防因素	92
第二节 直接控制病原物的生防技术	93
一、降低接种体的数量	93
二、阻止病原物形成传播体	94
三、取代或排除病残组织中的病原物	95
四、削弱病原物的致病力	97
五、其它措施	97
第三节 保护寄主植物并增强其健康水平的生防技术	98
一、保护易感染部位和器官	98
二、增强寄主植物的健康水平并提高产量	108
第四节 调节并改善生态环境	114
一、改善土壤环境	114
二、调节气围环境	116

第五章 不同类型植物病害及其生物防治	117
第一节 土传病害及其生物防治	117
一、病害基本特征	117
二、主要病原物类群	118
三、生态学	119
四、生物防治实践	122
第二节 气传病害及其生物防治	135
一、病害基本特征	135
二、主要病原物的类群	136
三、生态学	138
四、生物防治实践	139
第三节 种传病害及其生物防治	145
一、病害的含义及主要特点	145
二、主要病原物的类群	147
三、影响种传病害的生物因素	149
四、种传病害的生物防治	151
第四节 生物介体传播的病害及其生物防治	152
一、植物病毒介体的主要类群与特征	152
二、植物病毒的生态学	154
三、植物病毒的生物防治	155
四、传毒介体和野生寄主的生物防治	157
五、提高品种的耐病和抗病性	157
第五节 采收后病害的生物防治	158
一、谷物、油料及其它干果种子的霉菌生防	158
二、水果和蔬菜采后病害的生物防治	161
第六章 病害生物防治与环境	165
第一节 环境作用的概念	165
一、表示环境作用的常用术语	166
二、主要环境因素的组成	168
第二节 环境与植物病害	171

一、环境与植物健康·····	171
二、环境与病原物·····	173
三、环境与其它生物因素·····	175
第三节 环境在不同生防因素中的作用·····	177
一、生防真菌与环境·····	177
二、生防细菌和放线菌的应用与环境·····	180
三、植物病毒作为生防因素与环境条件的关系·····	182
四、其它生防因素与环境·····	184
第四节 环境污染与病害生物防治 ·····	185
一、大气污染物对病原物与非病原微生物的影响·····	185
二、土壤污染与病害生防·····	188
三、水域污染·····	191
第七章 耕作制及栽培管理技术与病害生物防治 ·····	192
第一节 耕作制与植物病害控制 ·····	192
一、农业区域的划分与病害控制·····	192
二、我国农业区划与病害控制·····	194
第二节 栽培管理与病害防治·····	197
一、栽培管理与病害的一般联系·····	197
二、土壤管理·····	198
三、水肥管理·····	200
第三节 精耕细作与病害生物防治 ·····	202
一、耕地·····	202
二、轮作、茬口及休闲·····	205
三、单作与复种·····	208
四、有机改良剂·····	212
五、其它管理措施·····	219
第四节 综合治理与生物防治发展前景 ·····	223
一、抗病育种·····	223
二、农药与其它化学制剂·····	224
三、病害生物防治的地位与发展前景·····	225

第八章 植病生防研究方法	227
第一节 工作条件和步骤	227
一、工作人员培训	227
二、实验室设备	227
三、温室与试验田	228
四、确定防治对象和目标	228
五、制定工作的方向和范围	229
第二节 标样采集和处理	229
一、采集土壤样品	230
二、采集植物样本	231
三、残体、污水等标样的采集	232
第三节 不同生境中微生物的分离培养	234
一、分离土壤微生物	234
二、植物叶面和气生器官表面微生物的分离	243
三、植物体内生菌的分离	245
四、其它生境中微生物的分离	247
第四节 生防益菌的检测和筛选	247
一、活菌及其代谢物的拮抗性检测	247
二、温室盆栽试验	251
三、田间小区试验与多点示范	252
四、大田应用试验	253
五、菌种的保存与换代	254
附 录 基本实验	
实验（一）自然界及植物体生态系微生物的检测	255
实验（二）拮抗性微生物的室内检测	256
实验（三）土传病害生物防治效果的测定	257
实验（四）土壤中微生物的定性和定量	259
实验（五）分离并检测真菌重寄生微生物	261

参考文献

第一章 植物病害防治的历史与现状

在约8 000~10 000年的农业发展史中，人类始终在和农作物病虫害作斗争。对于作物病害的防治策略和技术，是随着对病害本质的认识和科学技术的发展而深入和提高了。

第一节 植物病害发生原因的认识

在古老的神权统治时期，人们把一切自然灾害归因于神的惩罚，一些国家的君主和臣民经常采用祈祷或祭祀以求免灾和丰收。马可波罗的游记中曾记录了他所见到的北京君臣祈祷丰年的庄严仪式。然而，从事耕种的农民并非完全相信天神的威力，他们从实践中积累了不少防病治病的经验。欧洲的农民在一千多年前就已知道，小麦秆锈病和小蘗的联系，并砍除小蘗以减轻病害。而科学家们直到上个世纪才弄明白小蘗是秆锈菌有性世代的转主寄主。

继神权论之后，“自生论”成为统治人们认识自然界事物的主流，相信一切生物以及低等动植物都是无中生有，是自己发生的。植物病害发生原因也受到“自生论”的束缚，例如，认为染病的植物会自发产生霉菌。17世纪显微镜问世，人们在显微镜下见到了细菌、真菌、线虫以及原生动物，并且证明一些常见的植物病害是某种真菌侵染的结果。这个时期较主要的发现有：①1728年，Du hamel demonceau 关于藏红花上的一种根病是可以传染的丝核菌所致；②1829年，P.A. Micheli 发现许多真菌可以产生“种子”（孢子），这些种子萌发生长再产生更多的“种子”；

③1755年, Mathieu Tillet验证了小麦的腥黑穗病是因为小麦种子沾染了病菌的孢子所致, 清洗或药剂处理种子可以防治病害, 因而提出植物病害不是“自然发生”而是来自病原物(菌)(germ)的论证; ④1807年, I. B. Prevost 进一步利用硫酸铜液浸种控制了小麦腥黑穗病, 并指出环境条件在病害发展中的重要性, 彻底动摇了长期统治科学界的“自生论”, 而自生论的彻底瓦解则是在那场可怕的马铃薯晚疫病之后。特别是1845年, 在爱尔兰因为这种病害而饿死和逃荒的饥民近200万人。这一严酷事实惊动了政府, 也促使科学家们进行认真的调查研究。当时杰出的生物学家 H. A. DeBary 终于经过试验证明这种病害是一种真菌引起的, 这就是后来大家熟知的马铃薯晚疫病的病原物(*phytophthora infestens*)。DeBary充分论证植物病害发生的原因建立了植物病害的“病原学说”(germ theory)。根据 Koch 的诊病试验确立的柯氏法则, 至今仍是诊断动植物病害的工作准则。

病原学说的建立对于植物病理学的迅速发展起了极大的推动作用。人们围绕着病原物的形态分类、生物学特性, 以及它们的生活史等等作了大量的描述。通过对一些重要病害, 例如马铃薯晚疫病、小麦锈病、黑穗病等气传和种传病害的研究, 形成了以病原物为中心的植物病理学, 此后, 唯病原论成了认识和防治植物病害的主导思想。

1935年, W. M. Stanley 因为证明烟草普通花叶病毒是一种可以在活细胞内增殖的蛋白质而获得了诺贝尔奖金。1967年日本 Y. Doi 等观察到一种通过叶蝉传播的新的病原物即类菌原体(Mycoplasmas)。1971年, T. O. Diener 发现比病毒还小的类病毒Viriods), 在病原学中增添了一批新成员。

以病原学说为中心的植物病害防治, 其主导思想是以杀灭和控制病原物为主要目标的化学农药和抗病育种。随着人们对于病

害发生原因中主客观环境因素作用认识的日益深化,病害多因论逐渐取代了病原单因学说。生态学在60年代以后日益广泛渗透,农业的现代化中出现的病害问题都对传统的病害防治策略提出挑战,迫使人们总结经验教训,发掘新的防治途径。

第二节 农业现代化中的植物病害问题

农业现代化措施中与植物病害关系较密切的主要方面有以下几点。

一、增施水肥

现代化进程的特点之一是大量增施水肥,水和肥能明显促进农作物生长发育并增加总产量和净产量。但增加水肥也明显地改变了农田小气候,使之更有利于某些病害的发生。以用水的情况而言,由于水利设施改善,不只是用水量增加,用水的方式也有多种,其共同点都是提高表层土壤和植物周围的湿度,这就给一些根腐病和枝叶部病害创造了条件。且增施肥料特别是偏施氮肥,其结果常使植株生长枝叶繁茂,幼嫩多汁,不易抗病。现代化中所用肥料的种类是以减少乃至不用有机堆肥而代之以大量施用化肥,以至农作物得不到多种元素的合理配合,并引起土壤板结、根际有益微生物的比例失调,使一些病原物趁势活跃起来。高肥病或高产病的出现和上述原因有关,例如,近年来国内外普遍反映禾谷类的纹枯病、苗期根腐病加重了。

二、改良品种

追求高产、优质、耐肥和抗单一病害的品种,是农业现代化中的又一基本特征。这些作物品种的主要缺陷是,适应性差和抗性低,对于病害的广谱抗性小,它们不及原来的地方品种或农

家品种。因此，当这些高产良种大面积连片种植时，用不了几年就可能因异常的气候或者病原体新小种的侵袭而失去价值，甚至有些本来不重要的病害上升为严重的病害。人们由于改良品种所经历的惨痛教训有的难以预见，我国华北地区以往主要培育抗条锈病的小麦品种，后来由于叶锈病上升，现在就得同时考虑抗条锈和叶锈病的问题，甚至必须结合它们的小种分布和出现频率，以预防新小种蔓延。60年代末期，美国得克萨斯因玉米小斑病T小种的出现导致病害大流行，损失上亿美元，成为病害流行史上的大事件。又如60年代我国因引进玉米杂交种而曾经大面积淘汰农家品种，致使一向不为人们注意的大小斑病、丝黑穗病、褐斑病以及根腐病等严重起来。我国棉花的苗病、枯、黄萎病和铃病等的发展也和引进推广陆地棉品种有密切联系。此外，号称绿色革命美梦的破灭，也是因其所提供的品种要求较高的水肥条件，而在不发达国家难以满足的结果。

三、集约化栽培

集约栽培是指农业生产中对土地及其资源的充分利用，以一定的种植和投资获得最大的收益。科学的农作物栽培应当是以用地、养地、壮苗、丰产结合的一套措施，然而现代化农业常伴随高度集约化，例如作物和品种的过分单一；密植和复种指数的不断提高；以及免耕或少耕等，在一定程度上有利于某些病原物和病害的发展，特别是土传病害的发生发展。

精耕细作本是我国农业的传统，早在春秋战国时期的《吕氏春秋》中就有了较系统论述农业生产的论著如“上农”、“任地”、“辨土”、“审时”等篇，分别论述了在从事农业生产中对于地理、土壤和农时的正确配合。以后各朝代都有总结群众经验的农书，如汉朝的《汜胜之书》，后魏的《齐民要术》以及宋、元、明各代的《农书》中记载了我国古代农业生产的经验和

认识，其中有不少经验仍不失为当今生产实践所沿用。但随着人口的增加和技术发展，情况也不断改变，分散的小块土地的多样种植，被日益大面积单一集中的种植所代替。土地的耕翻机械化，或者为了节约能源而实行少耕以至免耕，导致耕作层土壤板结、土壤生态系劣变，以至根系发育不良，根际及土壤有益微生物较少，最后影响产量提高。

对于实行单作引起的减产，习惯上归因于地力消耗，而较少与病害相联系。据英、美等国先后在小麦等谷类作物以及棉花、烟草等经济作物上的比较试验，同时观察了病害的情况。他们的试验一般跨时20年甚至50年，就产量来看，虽有波动，总的趋势单作要比轮作减产，而棉花、烟草和玉米单作的产量接近轮作。单作对于病害的影响是不同的，对于气传病害有加重趋势，并易导致新小种以及新病害的发生；对于土传病则因病原物的特性、作物种类以及土质和单作方式等有的加重、有的减轻。黄萎轮枝菌、十字花科根肿病一般随单作而加重病害；某些尖孢镰刀菌、立枯丝核菌以及小麦全蚀病菌等在单作条件下病害较轻微，甚至发生病害的衰退现象。

其它如高度密植和增加复种指数，多数是给气传病害、虫传病害和某些土传病害创造了有利条件，从而有加重病害流行的趋势。

四、化 学 化

农业现代化中的又一特点是大量使用各种杀虫剂、杀菌剂、杀线虫剂、除草剂等农药和各种化肥。这不只污染环境，有些还直接危害农作物的健康，引致各种急性或慢性生理性病害，甚至危及人和动物健康。因此，高技术的现代农业有导致一些病害进一步严重和诱发新病害的危机，发达国家已有教训在先，我国农业现代化刚刚起步，类似问题已有发生，应引起注意。此外，近