



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

园艺植物病理学

高必达 主编

中 国 农 业 出 版 社

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

园艺植物病理学

高必达 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

园艺植物病理学/高必达主编. —北京: 中国农业出版社, 2005.1 (2007.7 重印)

面向 21 世纪课程教材

ISBN 978-7-109-09545-8

I. 园… II. 高… III. 园林植物-植物病理学-教材
IV. S436

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 127639 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)

责任编辑 戴碧霞 杨国栋

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2005 年 2 月第 1 版 2007 年 7 月北京第 2 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 23

字数: 555 千字

定价: 32.40 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 高必达 (湖南农业大学)
副主编 廖金铃 (华南农业大学)
陈秀蓉 (甘肃农业大学)
黄 云 (四川农业大学)
陈 捷 (上海交通大学)
刘志恒 (沈阳农业大学)
戴良英 (湖南农业大学)
邓 欣 (湖南农业大学)

参 编 (按姓氏笔画排列)

马 青 (西北农林科技大学)
邓晓玲 (华南农业大学)
杨成德 (甘肃农业大学)
陈晓斌 (上海交通大学)
易图永 (湖南农业大学)
赵秀香 (沈阳农业大学)
顾振芳 (上海交通大学)
龚国淑 (四川农业大学)
傅俊范 (沈阳农业大学)
薛春生 (沈阳农业大学)

前 言

《园艺植物病理学》由7所大学长期担任园艺植物病理学教学工作的老师编写。本教材的编写力求：①满足园艺专业和园林专业植物病理学教学的需求；②反映植物病理学最新的研究成就；③在编写上有创新性。本教材的新颖性在于：①首次提出了植物病理学的任务之一是要利用植物病原物为人类社会服务。②在真菌和细菌的分类上采用了最新公认的分类系统，如细胞生物分七界。鉴于Chromista这个界主要成员是藻类，而界的名称又有“色”的含义，本书首次将这个界的中文名称定为“色藻界”（《普通植物病理学》第二版定名为“藻物界”，但在第三版中改为“假菌界”似不妥，因为原来所谓的“假菌”即黏菌已经放到“原生界”了）；细菌界分门依据最新出版的伯格氏细菌系统手册，其中植物病原细菌所在的主要门Proteobacteria以前有人错译为“蛋白细菌门”，实际上门名源自希腊神话中的一个能任意改变自己外形的海神普罗特斯。因此，本教材首次将该门中文名定为“普罗特斯门”。③为满足一部分对生理生化感兴趣的学生的需求，第三章植物病程的内容写得比较深。④鉴于中国加入WTO后植物检验检疫的重要性加大，第五章加重了植物病害检疫和农药安全使用的有关内容，并在书后附了无公害生产病害控制方案。⑤本书首次按植物所在的科归类植物病害，合并了一些共有的病害。⑥本书涵盖了南、北方园艺植物的病害，教学中可根据本地作物和病害选取其中的章节讲授。⑦为配合本课程的教学，湖南农业大学生物安全科技学院建立了园艺植物病害症状网站，网址为：<http://61.187.55.45/zhibao/online/teaching/horticult>。

本教材由湖南农业大学高必达编写第一章、第二章（除线虫）、第四章和第五章；上海交通大学陈捷、陈晓斌、顾振芳编写第三章；华南农业大学廖金铃编写第二章线虫部分、第九章香蕉病害部分、第十一章、第十五章；华南农业大学邓晓玲编写第九章；西北农林科技大学马青编写第十四章；四川农业大学黄云、龚国淑编写第六章、第十章及附录；湖南农业大学戴良英和易图永分别编写第七章和第八章；甘肃农业大学陈秀蓉和杨成德等编写第十二章和第十六章；沈阳农业大学刘志恒、傅俊范、赵秀香、薛春生编写第十三章；湖南农业大学邓欣编写第十七章。全书由高必达统稿。网站由湖南农业大学王运生、易图永制作，各论编者及西北农林科技

大学黄丽丽提供图片。

本教材的编写受到了主编所在学校湖南农业大学领导的热情关心和大力支持，在此深表谢意。

编 者

2004年11月

目 录

前言

植物病理学基础

第一章 基本概念	1
第一节 植物病害的定义	1
第二节 植物生病的原因	2
第三节 植物的病变过程	3
第四节 植物疾病的症状	3
第五节 植物疾病的影响	6
第六节 植物病原物的利用	7
第七节 植物病理学的里程碑	9
第二章 植物病原学	11
第一节 植物病原真核菌类	11
第二节 植物病原细菌	27
第三节 植物病原病毒	33
第四节 植物病原线虫	44
第五节 寄生性植物	50
第三章 植物的病程	52
第一节 侵染过程	52
第二节 植物的感病机制	57
第三节 植物的抗病机制	73
第四章 植物病害流行病学	85
第一节 病害循环	85
第二节 植物病害流行型	87
第三节 植病系统	89
第四节 病害流行的预测	93
第五章 植物病害的管理	96
第一节 植物病害检疫	96
第二节 培育和利用抗病品种	102
第三节 耕作栽培措施	104

第四节	化学控制	105
第五节	物理控制	113
第六节	生物控制	115

果树病害

第六章	蔷薇科果树病害	118
第一节	苹果树腐烂病	118
第二节	苹果轮纹病	121
第三节	苹果白粉病	123
第四节	苹果早期落叶病	124
第五节	苹果果实贮藏期病害	127
第六节	梨黑星病	130
第七节	梨锈病	132
第八节	梨黑斑病	134
第九节	桃穿孔病	135
第十节	桃缩叶病	137
第十一节	果树根癌病	138
附	蔷薇科果树其他病害	141
第七章	芸香科果树病害	152
第一节	柑橘黄龙病	152
第二节	柑橘溃疡病	153
第三节	柑橘疮痂病	155
第四节	柑橘炭疽病	156
第五节	柑橘果实贮藏期病害	158
附	柑橘其他病害	161
第八章	葡萄科果树病害	163
第一节	葡萄白腐病	163
第二节	葡萄黑痘病	165
第三节	葡萄霜霉病	167
第四节	葡萄炭疽病	169
附	葡萄其他病害	171
第九章	热带果树病害	174
第一节	香蕉束顶病	174
第二节	香蕉枯萎病	176
第三节	荔枝霜疫霉病	178
第四节	龙眼鬼帚病	180

第五节 芒果炭疽病	181
第六节 芒果蒂腐病	183
第七节 番木瓜环斑花叶病	184
附 热带果树其他病害	186
第十章 其他果树病害	189
第一节 枣疯病	189
第二节 枇杷叶斑病	190
第三节 板栗疫病	192
第四节 猕猴桃溃疡病	194
附 其他果树次要病害	196
蔬菜病害	
第十一章 十字花科蔬菜病害	203
第一节 十字花科蔬菜霜霉病	203
第二节 十字花科蔬菜软腐病	205
第三节 十字花科蔬菜病毒病	207
附 十字花科蔬菜其他病害	210
第十二章 葫芦科蔬菜病害	213
第一节 瓜类枯萎病	213
第二节 黄瓜霜霉病	216
第三节 瓜类炭疽病	219
第四节 瓜类白粉病	221
第五节 瓜类疫病	223
第六节 黄瓜黑星病	226
第七节 瓜类病毒病	228
第八节 黄瓜根结线虫病	230
附 葫芦科蔬菜其他病害	232
第十三章 茄科蔬菜病害	236
第一节 蔬菜苗期病害	236
第二节 茄科蔬菜病毒病	239
第三节 蔬菜青枯病	245
第四节 早疫病	248
第五节 晚疫病	250
第六节 叶霉病	252
第七节 蔬菜黄萎病	254
第八节 辣椒疫病	257

第九节 辣椒炭疽病	259
第十节 辣椒细菌性疮痂病	260
第十一节 灰霉病	262
第十二节 马铃薯环腐病	264
附 茄科蔬菜其他病害	267
第十四章 豆科蔬菜病害	272
第一节 豆科蔬菜锈病	272
第二节 豆科蔬菜枯萎病	274
第三节 豇豆煤霉病	275
附 豆科蔬菜其他病害	277
第十五章 其他蔬菜病害	280
第一节 姜腐烂病	280
第二节 葱紫斑病	281
第三节 白锈病	283
第四节 芦笋茎枯病	284
第五节 芹菜斑枯病	286
附 其他蔬菜次要病害	288
观赏植物病害	
第十六章 草本观赏植物病害	294
第一节 草本观赏植物立枯病	294
第二节 草本观赏植物白绢病	296
第三节 草本观赏植物锈病	298
第四节 草本观赏植物炭疽病	302
第五节 草本观赏植物叶斑病	305
第六节 草本观赏植物病毒病类	309
第七节 草本观赏植物线虫病	314
附 草本观赏植物其他病害	319
第十七章 木本观赏植物病害	324
第一节 根癌病	324
第二节 紫纹羽病	325
第三节 根颈腐烂病	326
第四节 杨树溃疡病	328
第五节 松疱锈病	330
第六节 枝干枯萎病	331
第七节 樟子松枯梢病	332

第八节 松材线虫病	333
第九节 月季黑斑病	335
第十节 木本观赏植物叶斑病	337
第十一节 木本观赏植物炭疽病	340
第十二节 杜鹃花饼病	342
第十三节 白粉病	343
第十四节 烟煤病	345
附 木本观赏植物其他病害	346
附录 苹果、梨和桃无公害生产病害控制技术	353

植物病理学基础

人类很早以前就已认识到疾病对作物及其产品的影响。旧约全书中记载了出征士兵所带干粮发霉的现象。古罗马人则把锈病看做是“锈神作祟所致”。

植物病理学是一门研究植物疾病的诊断、发生原因、发生过程、流行规律、预测和控制，以保护农业生产和生态环境，并利用植物病原物的一门科学。这门课程要求有植物学、土壤学、气象学、微生物学、栽培学、遗传学、植物生理学、生物化学、高等数学、计算机应用等知识作为基础。

与其他学科交叉融合，植物病理学分支出了植物病原学、分子植物病理学、生理植物病理学、生态植物病理学、植物检疫学、植物病害管理学等新学科。按作物种类分出了农作物病理学、园艺植物病理学、园林植物病理学、森林植物病理学、牧草病理学等。后面的学科只是研究的植物不同，基础理论相通。

第一章 基本概念

第一节 植物病害的定义

植物病害 (plant diseases) 是指植物在其生命过程中受寄生物侵害或不良环境影响，在生理、细胞和组织结构上发生一系列病理变化的过程，致使外部形态不正常，引起产量降低、品质变劣或生态环境遭到破坏的现象。

定义中的四要素：

1. **病原** (pathogen) 引致病害的原因。是外因，即寄生物和不良环境条件。植物自发性的遗传变异系由内因引起，不属于病害。

2. **病程** (pathogenesis) 生理和组织结构的病变过程。机械损伤和虫伤无病理变化过程。亦不属于病害。

3. **症状** (symptom) 罹病植物外表呈现的不正常现象。显症是植物生病的征兆，免疫的植物虽受病原侵染，但不显症，即不生病。

4. **损失** (loss) 包括经济损失即产量降低、品质变劣和生态损失。植物生病是不是有害要

看是否造成损失。17世纪在荷兰，郁金香受碎色病毒侵染而出现杂色花型曾使其价格高于黄金，在当时郁金香病毒病虽是疾病却非病“害”。因此，要注意“病”与“病害”这两个概念的区别。

第二节 植物生病的原因

植物生病的原因即病原可分为生物病原和非生物病原。

一、生物病原

生物病原 (biotic pathogen) 都是寄生物 (parasite)。寄生物都具有寄生性，即一种生物从他种生物获取营养的性能。有些寄生物是专性寄生的，不能在人工培养基上培养；另一些是非专性寄生的，能在人工培养基上培养。生物病原都具有致病性，即引致疾病的能力。引起的疾病可相互传染，称为传染性病。

按最新的生物分类系统，生物病原分布在以下7界：

1. **真菌界** (Eumycota) 多细胞真核生物，细胞壁主要成分为几丁质，无维管束，无叶绿素，营养体丝状，孢子繁殖。本界生物包括原菌物界除黏菌和卵菌以外的成员，称为真菌。

2. **色藻界** (Chromista, “Chrom”意思是“有色的”，或称藻物界) 多细胞真核生物，细胞壁主要成分为纤维素，不含叶绿素 a 和 b。本界生物主要是一些有各种颜色的藻类以及原菌物界的卵菌。藻类含有的叶绿素为叶绿素 c，卵菌则不含叶绿素。

3. **原生界** (Protista) 单细胞真核生物，无细胞壁，不含叶绿素。本界生物中的病原物如植原虫和原菌物界黏菌门中的根肿菌 (营养体为无壁的原生质团)。

4. **细菌界** (Eubacteria) 单细胞原核生物，细胞中无真正的核，DNA 游离在细胞中。本界生物称为细菌。

5. **病毒界** (Virus) 分子生物，由核酸和蛋白质或其中之一组成。本界生物称为病毒 (核酸 + 蛋白质)、类病毒 (核酸) 或朊病毒 (蛋白质)。

6. **动物界** (Animalia) 多细胞真核生物，无细胞壁，不含叶绿素。本界生物中的病原物如线虫 (蠕虫状)。

7. **植物界** (Planta) 多细胞真核生物，细胞壁主要成分为纤维素，含叶绿素 a 和 b。本界生物中的病原物如寄生性种子植物 (有维管束，无根，有吸盘，有叶或退化，种子繁殖)。

二、非生物病原

非生物病原 (abiotic pathogen) 也称逆境 (stress)，引起的疾病不相互传染，称非传染性疾病。逆境主要有以下10种：

1. **极端温度** 如高温导致植物不育、寒害、冻害等。

2. **极端土壤水分** 如旱害、积水等。

3. **极端光照** 如缺光性黄化、日灼等。

4. 极端 pH 如土壤过酸或过碱。
 5. 缺氧 如缺氧性烂根等。
 6. 缺素或过剩 如缺铜、缺锌、缺铁症。
 7. 无机盐毒害 如盐害等。
 8. 大气污染 如烟草气候斑等。
 9. 药害 如施农药或化肥不当而造成的叶枯、叶斑、枯萎、不育等。
 10. 栽培不当 如种植过密、施肥过多或氮、磷、钾配比不当等。
- 由于园艺栽培学、土壤学等课程已经介绍。本课程不再详述。

第三节 植物的病变过程

病变过程简称病程，亦称侵染过程，是指传染性疾病从病原物接触寄主植物，侵入、扩展，并使植物显示症状的过程。分接触、侵入、扩展和发病四个时期。将在第三章详细介绍。

第四节 植物疾病的症状

症状是指植物染病后外表呈现的不正常的现象。可分病状 (symptom) 和病征 (sign)。

一、病 状

感病植物本身呈现的不正常现象。

(一) 变色

叶片因叶绿体含量降低或花青素含量升高而失去原有的色泽。

1. 褪色和黄化 因叶绿素含量降低而使叶片呈现均匀性浅绿色至黄绿色。
2. 紫叶和红叶 因花青素含量升高而使叶片呈现均匀性紫色至红色。
3. 花叶和斑驳 叶片上深绿、淡绿、黄绿、黄色等不同色块相间，色块界限明显的称花叶；界限模糊的称斑驳。
4. 明脉 叶片沿叶脉呈半透明状。
5. 条纹和条点 单子叶植物沿叶脉出现连续的线条状变色称条纹；出现虚线状变色称条点。

(二) 坏死

植物器官局部细胞组织死亡，仍可分辨原有组织的轮廓。

1. 叶斑和叶枯 叶上局部组织死亡。有比较固定的形状和大小（如圆斑、环斑、条斑、穿孔等）的称为叶斑；坏死区没有固定的形状和大小，可蔓延至全叶的称为叶枯。
2. 叶烧 水孔较多的部位如叶尖和叶缘枯死。
3. 炭疽 叶片和果实局部坏死，病部凹陷，上面常有小黑点。

4. **疮痂和溃疡** 病斑表面粗糙甚至木栓化。病部较浅、中部稍突起的称为疮痂；病部较深（如在叶上常穿透叶片正反面）、中部稍凹陷，周围组织增生和木栓化的称为溃疡。

5. **顶死（梢枯）** 木本植物枝条从顶端向下枯死。

6. **立枯和猝倒** 幼苗近土表的茎组织坏死。整株直立枯死的称为立枯；突然倒伏死亡的称为猝倒。

（三）腐烂

植物器官大面积坏死崩溃，看不出原有组织的轮廓。

1. **干腐和湿腐** 均为细胞坏死所致。腐烂发生较慢或病组织含水量低，水分可以及时挥发的称为干腐；腐烂发生较快或病组织含水量高，水分不能及时挥发的称为湿腐。

2. **软腐和流胶** 胞间层果胶溶化，细胞离析，消解。一般整株性的称为软腐；局部受害流出细胞组织分解产物的称为流胶。

（四）萎蔫

植物地上部分因得不到足够的水分，细胞失去正常的膨压而萎垂枯死。萎蔫的原因有以下 3 种：

1. **根系吸水机能障碍性萎蔫** 根毛中毒。

2. **导管输水机能障碍性萎蔫** 导管堵塞，水柱中断，液流减慢。

3. **导管输水组织坏死性萎蔫** 茎基部和根部坏死腐烂、维管组织崩溃。

（五）畸形

植物全株或局部比例失调。分为抑制性畸形，如矮缩、丛簇、皱缩、缩叶、卷叶、蕨叶等和增生性畸形如丛枝、肿瘤、徒长等。

1. **矮缩** 植物各器官的生长成比例地受到抑制。

2. **丛簇** 主轴茎节间距缩短，节数减少，叶片大小正常。

3. **皱缩、缩叶和卷叶** 叶片局部生长受抑，导致叶面高低不平的称为皱缩；沿与主脉垂直的方向翻卷或内卷称为缩叶，沿主脉的方向翻卷或内卷称为卷叶。

4. **蕨叶** 叶片变小、变细、蕨叶状。

5. **丛枝** 同一茎节位枝条不正常地增多而成丛簇状。

6. **肿瘤** 局部组织非正常地增生增殖而形成瘤状物。

7. **徒长** 细胞轴向伸长，病株显著高于健株，易倒伏。

8. **变叶** 花的某一部分如花瓣变为绿叶状。

二、病 征

病部肉眼可见的病原生物。

病征主要有 7 种（表 1-1）。

表 1-1 病征种类

病征类型	病原生物种类				
	真核菌	细菌	病毒	线虫	寄生性种子植物
1. 粉状物	+	-	-	-	-
2. 霉状物	+	-	-	-	-
3. 粒状物	+	-	-	+	-
4. 点状物	+	-	-	+	-
5. 盘状物	+	-	-	-	-
6. 索状物	+	-	-	-	+
7. 脓状物	-	+	-	-	-

注：“+”表示有，“-”表示无。

三、植物病害诊断

(一) 传染性病和非传染性病的诊断

1. 田间分布 前者从点发到发病中心团再扩散开来，而后者一开始就成片发生。
2. 传染性有无 前者有，后者无。
3. 宏观病征有无 前者一般有宏观病征，后者无。

(二) 各大类病原生物所致疾病的诊断

1. 病状上区分 病毒病常为花叶和畸形，厚壁菌门软壁菌纲的细菌常引起的黄化和丛枝症，其他细菌和真菌常引起坏死、腐烂、萎蔫。

2. 病征上区分 见表 1-1。

(三) 鉴定病原种

1. 已报告的病原物

(1) 依据。发病的寄主植物、症状的特征、镜检观察病原的结果。

(2) 方法。可采取检索法或一步到位法。

①检索法：是从较高分类单元检索到较低单元。

②一步到位法：根据某些病原物特有的性状及其寄主，直接鉴定到属或种。如霜霉病、白锈病、白粉病、锈病、黑粉病、茶饼病、青霉病、曲霉病、*Alternaria* 黑斑病、炭疽病、炭腐病、白绢病、青枯病、植原体引起的病害、粒线虫病、胞囊线虫病等。

2. 未报告的病原物 遵循柯赫 (Koch) 氏法则。德国人柯赫研究结核病时提出的证明一种微生物是病原物的原则，经后人补充后成 4 条：① 总能从罹病生物观察到某种特定的微生物；② 可从罹病生物分离到这种微生物并在人工培养基上纯培养；③ 将纯培养物接种到健康生物体上能引发与此病相同的症状；④ 从接种后发病的生物体可分离到同种微生物。这个过程可简单概括为镜检病原、分离培养、接种检验、分离验证。

(1) 镜检病原。

①光学显微镜：真核菌类、细菌（细菌需染色后镜检）、线虫。

②电子显微镜：细菌、病毒。

(2) 分离纯化。

①人工培养基分离纯化：非专性寄生物。

②寄主植物分离纯化：专性寄生物。

(3) 接种检验。接病原物侵染体于同种寄主上，能引发同样症状。

(4) 分离验证。从接种后发病的植物上再分离到同一病原物。

对于专性寄生的病原物如真菌中的锈菌和病毒等，无法在人工培养基上获得纯培养物，则采用真菌的单个孢子或病毒的单个病斑在感病植物上纯化和繁殖的方法，繁殖体用于接种。

对于细菌和病毒还需用血清学、电泳、核酸杂交、染色、生理生化反应等特殊检测技术。

(四) 鉴定复合侵染症的病原物

1. 主要病原与次要病原 根据同一植株上不同病原物对症状的贡献来判断哪种是主要病原物。

2. 先病原与后病原 可根据同一病部不同病原物的寄生性来判断侵染次序。例如专性寄生的白粉菌和寄生性较弱的镰孢菌同存于一个叶斑时，可以肯定前者是先病原。

第五节 植物疾病的影响

一、对作物的影响

(一) 有害影响

1. 产量降低 植物提早死亡、种用植物不能正常结实，籽粒不饱满，减产甚至绝产；叶用植物叶少而小；根、茎用植物根、茎细瘦、腐烂，使营养体生物量减少。

2. 品质变劣 种子、果实不饱满；产品（果实、种子、块根、块茎等）外观不佳；营养价值降低；适口性差。

(二) 有益影响

1. 促进生长 如豆科植物根瘤菌寄生时形成根瘤，固定大气中的氮为己利用，生长明显好于未被寄生的植株。再如菌根真菌寄生在植物根际，帮助植物吸收土壤中的养分。

2. 使农产品品质变好 如茼蒿感染了黑粉菌后茎部变粗，成了美味可口的蔬菜。

3. 生物除草 如利用炭疽病菌防治稻田的田皂角等。

4. 矮化果树 如中国的柑橘衰退病株系是弱株系，澳大利亚科学家曾尝试利用中国株系使该国柑橘树矮化，以便于管理。