

全国高等农业院校教材

桑树病虫害防治学

(第二版)

苏州蚕桑专科学校 主编

蚕 桑 专 业 用

农 业 出 版 社

全国高等农业院校教材

桑树病虫害防治学

(第二版)

苏州蚕桑专科学校主编

蚕桑专业用

农业出版社

第二版编写说明

本书是农业部组织编写的全国高等农业院校教材。自1982年第一版出版七年来，虽然获得有关方面的肯定，但通过各院校的使用实践，也还存在不少缺点，特别是改革治理的发展，几年来科研、生产上的深入和提高，更有补充和修订之必要。

全书共分六章，包括17种主要桑树病害、46种主要桑树害虫。各章节的安排基本上仍沿第一版的程序，但病虫害各论的各个具体病虫害则改为根据所属分类地位而顺序排列，并按照生产上的要求，特别加强了测报、统计的章节，另外为了便利学生或有关人员的实验操作，增加了标本的采集制作、昆虫的饲养、病原菌的分离培养与接种，及农药药效试验四个附录。在教学实践中可以根据需要和病虫害发生季节的实际情况，对章节次序可以灵活安排，对教学时数、教材内容则可在教学大纲范围内作部分变动或取舍。

本书可作高等农、林院校教材，可供蚕桑科技人员阅读参考。

近两年来，浙江、四川、江苏等省专业人员，在桑树病虫害的研究与防治方面，时有新的成果和实践经验发表，因此在编写过程中，一再补充易稿。此外，还得到中国农业科学院蚕业研究所蒯元璋、浙江农业科学院蚕桑研究所周水良两位同志帮助审稿；在书中还采用有关单位的图表、资料，在此一并致谢。

由于我们水平有限和时间紧迫，教材中不妥甚至错误之处在所难免，特别是防治病虫害的指导思想和理论基础日益深化，具体测报方法渐臻完善，防治措施不断发展，衷心希望使用本教材的教师和读者提出宝贵意见，以便再版时补充和改正。

编 者

1990年1月

第二版修订者

主 编	郑声镛	
编 写	苏州蚕桑专科学校 郑声镛 堵鹤鸣	
	浙江农业大学 高祖训	
	西南农业大学 许恩远	
	华南农业大学 赖文姜	
	沈阳农业大学 高德三	
审 稿	中国农业科学院蚕业研究所 蒯元璋	
	浙江农业科学院蚕桑研究所 周水良	

第一版编写说明

本书是为全国高等农林院校蚕桑专业编写的试用教材。根据农林部教材编写会议精神和蚕桑专业会议决定，由苏州蚕桑专科学校、浙江农业大学、安徽农学院、沈阳农学院、西南农学院、华南农学院组成了本书编写组。苏州蚕桑专科学校任主编。

全书共分六章，包括16种主要桑树病害，35种主要桑树害虫，分昆虫总论、植病总论、桑树病害、桑树害虫四大部分。在教学实践中可以根据需要和病虫害发生季节的实际情况，对章节次序可以灵活安排，对教学时数、教材内容可作部分变动或取舍。

本书可作高等农、林院校教材，可供蚕桑科技人员阅读参考。

在编写过程中，还收到浙江农业大学祝汝佐、张月季先生，西南农学院蒋书楠先生，南京农学院钟觉民先生，华南农学院黎毓干、莫蒙异、黄端平先生，沈阳农学院李进、朱有钰先生等提出的许多宝贵意见，并采用了有关单位和个人的图、表，在此一并致谢。

由于我们水平有限和时间紧迫，教材中不妥甚至错误之处，在所难免，特别是防治病虫害的指导思想和理论基础日益深化，防治措施不断发展，衷心希望使用本教材的教师和读者提出宝贵意见，以便再版时改正。

编 者

1979年12月

第一版编者

主 编 郑声镛
编 写 苏州蚕桑专科学校 郑声镛
浙江农业大学 高祖训
安徽农学院 徐国宇
沈阳农学院 呼声久 高德三 孙丽娜
西南农学院 许恩远
华南农学院 陈俊英
审 稿 王世伟 孙绪艮 李秀梅 周水良
周庆华 张文明 欣玖玖 欧文强
徐继汉 堵鹤鸣 蒯元璋 樊孔彰
霍兆江 瞿叔恒

目 录

绪论	1
第一章 植物病害的基本知识	2
第一节 植物的病害	2
一、植物病害的定义	2
二、植物病害的类别	2
三、植物病害的症状	3
第二节 植物病原真菌	5
一、真菌的营养体	5
二、真菌的繁殖	8
三、真菌的生活史	10
四、真菌的生理及生态特性	12
五、真菌的分类	13
六、真菌病害的诊断与鉴定	15
七、桑树病原真菌的主要类群	15
第三节 植物病原细菌	23
一、植物病原细菌的性状	24
二、植物病原细菌的分类	25
三、植物细菌病害的症状诊断和病原鉴定	26
第四节 植物的病毒及类菌原体	27
一、植物病毒的一般性状	27
二、植物病毒病害的传染方式	29
三、植物病毒的命名和分类	30
四、环境条件对病毒病害的影响	31
五、病毒病害的诊断与鉴定	32
六、植物的类菌原体	33
七、植物类病毒	36
第五节 植物寄生线虫	37
一、植物寄生线虫的形态特征	37
二、植物寄生线虫的分类	38
三、植物寄生线虫的寄生性和致病性	39
第六节 植物侵染性病害的发生发展	40
一、病原生物的寄生性和致病性	40
二、寄主植物的抗病性	42
三、侵染性病害的侵染过程	43
四、侵染性病害的侵染循环	44
五、侵染性病害的流行	48
第二章 昆虫基本知识	51
第一节 昆虫的外部形态	51

一、昆虫的头部	52
二、昆虫的胸部	57
三、昆虫的腹部	60
四、昆虫的体壁	61
第二节 昆虫内部器官系统	63
一、昆虫的消化系统	63
二、昆虫的呼吸系统	65
三、昆虫的神经系统	66
四、昆虫的生殖系统	67
五、昆虫的循环系统	67
六、昆虫的分泌系统	68
第三节 昆虫的生物学特性	70
一、昆虫的生殖	70
二、昆虫的个体发育	70
三、昆虫的世代和生活年史	76
四、昆虫的休眠和滞育	77
五、昆虫的主要习性	78
第四节 生态因子对昆虫的影响	79
一、气候因子	80
二、土壤因子	86
三、生物因子	88
第五节 昆虫的分类	91
一、昆虫分类的意义和方法	91
二、昆虫纲的分目	92
三、桑树害虫主要目科概述	94
第六节 其他有害动物	119
一、软体动物门、腹足纲	119
二、节肢动物门、蛛形纲	119
第三章 病虫的调查和测报	125
第一节 调查的方法	125
一、田间取样的概念与方法	125
二、调查取样的单位和数量	128
三、预定调查取样数的确定	128
第二节 调查资料的统计分析	130
一、加权平均、标准差、变异系数、百分率、严重度	131
二、差异的显著性测定	140
第三节 病虫的预测预报及其数理统计	150
一、发生期的预测	151
二、发生量的预测	162
三、虫害损失估计	169
第四章 植物病虫害的防治方法及原理	172
第一节 植物检疫	172

一、植物检疫的主要任务	172
二、植物检疫的方法和步骤	173
三、桑树病虫害检疫工作的近况及展望	174
第二节 农业防治	175
一、建立耕作制度和合理布局	175
二、土壤管理	176
三、肥水管理	176
四、桑树管理	176
第三节 选育抗病虫品种	177
一、抗病性和抗性机制	177
二、抗病虫品种获得的方法及鉴定	179
第四节 生物防治	179
一、天敌昆虫(包括捕食螨及蜘蛛)的应用	180
二、微生物的应用	183
三、遗传防治	185
四、激素与信息素的应用	187
第五节 物理机械防治	189
一、人工器械捕杀法	189
二、诱杀法	189
三、阻隔法	189
四、温热法	190
五、近代物理学成就在植物病虫害防治上的应用	190
第六节 化学防治	191
一、农药的分类、剂型及使用方法	191
二、农药的杀虫杀菌作用	195
三、农药的药效、药害及毒害问题	199
四、农药的使用技术	203
五、桑园常用农药	204
第七节 桑树病虫害的综合防治	213
第五章 桑树的病害	218
第一节 类菌原体病害	218
一、桑黄化型萎缩病	218
二、桑萎缩型萎缩病	222
第二节 病毒病害	224
桑花叶型萎缩病	224
第三节 细菌病害	226
一、桑细菌性青枯病	226
二、桑疫病	228
第四节 真菌病害	230
一、桑里白粉病	230
二、桑污叶病	232
三、桑叶枯病	233

四、桑褐斑病	234
五、桑炭疽病	236
六、桑赤锈病	237
七、桑芽枯病	239
八、桑拟干枯病	242
九、桑膏药病	247
十、桑紫纹羽病	248
第五节 线虫病害	251
桑根结线虫病	251
附：桑树其他病害表	254
第六章 桑树的害虫	257
第一节 鳞翅目害虫	257
一、桑毛虫	257
二、黄毛虫	261
三、美国白蛾	263
四、桑白毛虫	267
五、小地老虎	269
六、桑尺蠖	271
七、春尺蠖	274
八、野蚕	276
九、桑螟	278
十、桑螟	282
十一、刺蛾类	286
十二、黄卷叶蛾	289
十三、花卷叶蛾	290
十四、桑蛀虫	291
第二节 鞘翅目害虫	293
一、桑象虫	293
二、桑大象虫	295
三、桑小灰象虫	298
四、蒙古象虫	299
五、黑绒金龟子	301
六、暗黑鳃金龟	302
七、铜绿丽金龟	303
八、桑黄萤叶甲	304
九、中华桑萤叶甲	307
十、桑天牛	310
十一、桑虎天牛	312
十二、黄星天牛	314
十三、桑梢小蠹虫	315
第三节 同翅目害虫	317

一、桑白蚧	317
二 桑虱	320
三、菱纹叶蝉	323
四、青叶蝉	327
五、桑粉虱	328
六、桑木虱	330
第四节 半翅目害虫	333
绿盲蝽	333
第五节 缨翅目害虫	338
桑蓟马	338
第六节 双翅目害虫	341
瘿蚊类	341
第七节 直翅目害虫	346
蝼蛄	346
第八节 蜘蛛纲	348
桑树螨类	348
第九节 软体动物——腹足纲	355
灰蜗牛	355
附：桑树其他害虫表	357
附录一 病虫害标本的采集、制作、保存及邮寄	360
附录二 昆虫的饲养	367
附录三 病原菌的分离培养与接种	371
附录四 农药药效试验	374
附表一 波美度重量倍数稀释表	378
附表二 波美度容量倍数稀释表	379
附表三 t 值表（两尾）	380
附表四 5%及1% F 值	381

绪 论

在桑树生长过程中，常常受到各种害虫和病菌的侵害，重则威胁桑树生长，甚至死亡，轻则损害桑树器官，降低桑叶的产量和质量，影响蚕茧生产。

我国栽桑历史悠久，分布几遍全国。桑树病虫害的种类很多，目前已知的害虫有200多种，其中能为害成灾的有40余种；已知100余种病害中，能为害成灾的30余种。由于各地自然条件不同，桑树病虫害的种群组成也有一定的差异，受灾、被害的情况也不一致。在不同地区、不同年份，常有不同程度的病虫害发生，给蚕茧生产造成很大损失。据报道，在30—40年代，桑蠹在江苏、浙江蚕区曾猖獗成灾，近年来在山东鲁中南一带为害仍很严重，江苏如皋也大发生；桑木虱在四川蚕区曾盛发为害；70年代初，黄化型萎缩病的为害很突出，江苏不少桑园遭到毁灭性为害，80年代后期又在好些蚕区复发；桑褐斑病于1956年、1957年分别在浙江德清和辽宁前所暴发为害；桑赤锈病自1975年起连续几年在江苏吴县大面积发生，而山东鲁中南各县更是年年发病；70年代广东顺德一带又有桑吸浆虫和桑细菌性青枯病等发生，都曾猖獗一时；最近几年，四川、江苏、浙江的不少产茧重点县又大面积发生桑橙瘿蚊，造成严重为害。

建国以来，在党的领导下，植保工作在总结经验的基础上，提出了“预防为主，综合防治”的方针。随着蚕桑专业的发展，广大蚕桑科技人员深入实际，在总结群众经验的同时，对桑树病虫害的发生发展规律、防治措施以及预测预报等进行了大量的研究工作。各地群众性科学实验活动正在蓬勃发展，桑树病虫害的防治技术得到了很大的提高。几种原来为害严重的病、虫害已逐步得到控制。例如，素称“不治之症”的黄化型萎缩病，通过10多年调查研究，基本上摸清了病原种类、传染媒介、传染途径及发病规律，采取了选育抗病品种、药剂治虫、切断传染途径等综合措施，使病情的发展得到控制。80年代中期以来，又对桑赤锈病、桑蓟马、小灰象虫、桑虎天牛、桑螟、绿盲蝽、桑大象虫、桑黄萤叶甲、桑疫病等病虫的发生消长规律、生活习性也分别研究清楚，并提出了相应的防治方法。尤为可喜的是：桑毛虫性信息素的研制合成和桑花叶型萎缩病的病原又有新的论点，都为进一步开展防治开辟了新的途径。

为了提高综合防治的技术水平，必须应用新的科学知识，扩大桑病虫测报工作的科学内容，使测报工作简便化、准确化、群众化、综合化，严密调查研究病虫害的发生发展动态，摸清其发生消长规律，掌握经济危害水平，抓住关键时机进行防治，才能达到“预防为主，综合防治”的目的。

《桑树病虫害防治学》是在农业昆虫学、植物病理学的基础上发展起来的一门应用性专业课程。本课程重点叙述我国主要桑树病虫害的形态、症状、发生发展规律以及防治措施，阐明病虫害的诊断、鉴别技术，以便进一步掌握病虫害的动态，提高科学预见性及防治技术水平，把病虫害控制在造成经济危害之前，以适应发展现代农业生产，达到科技兴农的需要。

第一章 植物病害的基本知识

在自然界中,无论野生的或者栽培的植物都可能发生病害。粮食作物、经济作物、蔬菜、牧草、果、桑、茶以及林木等经济植物的病害,往往成为农、林、牧、副业上的一类重要灾害。

防治植物病害是植物保护工作中的重要组成部分。本章将概括、系统地介绍关于植物病害一般规律性的现有认识,从而为进一步研究个别病害和在生产实践中开展防治打下基础。

第一节 植物的病害

一、植物病害的定义

植物的正常生长和发育需要适当的条件。植物在生长发育过程中,遇到不适宜的环境条件或遭受病原生物侵染时,新陈代谢便受到干扰和破坏,正常生长和发育就受到阻碍。这就是植物发病,严重的会造成死亡。

植物病害的发生是有一定的病理程序的。病害的进程首先是从生理机能受到干扰开始,引起植物体内部组织结构的变化,进而表现为外部形态的反常现象。如桑树感染花叶型萎缩病 MyMV 以后,叶部薄壁组织细胞发生了不同程度的缩小和叶绿体及叶绿素的减退。通常在叶的褪绿部位,栅栏组织细胞显著缩短,胞间空隙减少,细胞中的叶绿体较小、色淡。这些内部组织结构的变化,反应在外部形态上,就出现了花叶斑驳的病状。又如大白菜软腐病 (*Erwinia aroideae*),首先是白菜细胞的中胶层渐渐被细胞分泌的果胶酶所分解,造成了细胞的解体、组织崩溃和细胞液的外流,于是在白菜的病部出现了软腐症状。所以,尽管各种病害的性质不同,可能会有不同的过程,但当植物发生病害时都要反应一系列的病理程序:即生理机能病变到组织结构的破坏,最后外部形态表现异常,这也是植物病害和一般机械损伤的基本区别。机械损伤没有病理程序,因此不是病害。

二、植物病害的类别

如前所述,植物病害的发生是由不适宜的环境条件或受到其他生物的侵染而引起的。因此,植物病害可分为非侵染性病害与侵染性病害两大类。

(一) 非侵染性病害(non-infective disease) 植物非侵染性病害的发生,系由生长条件不适宜或环境中有害物质的影响而引起,并非由其他生物的侵染所致。由这类非生物因素所引起的病害,没有传染性,因此称之为非侵染性病害,也叫生理病害。

引起非侵染性病害发生的环境因素很多,最主要的是土壤和气候条件的不适宜以及在土壤、空气和植物的表面存在着的有害物质。例如,缺乏某种营养元素、旱害、涝害、盐害、毒害等,这都在《桑树栽培学》有关章节中论述。

(二) 侵染性病害(infective disease) 侵染性病害是由病原生物的侵染而引起的。这类病害具有传染性, 因此称为侵染性病害。引起植物病害的生物称为病原生物(简称病原物)(pathogen), 如由菌类所引起的则称为病原菌。被侵害的植物称为寄主植物(简称寄主)(host)。

侵染性病害是植物病理学研究的重点内容。引起植物侵染性病害的病原物有真菌(fungus)、细菌(bacteria)、病毒(virus)、类菌原体(MLO)、线虫(nematode)和寄生性种子植物(parasitic seed plant)等。在植物病害中, 侵染性病害比非侵染性病害对农业生产所造成的危害要大。侵染性病害以真菌病害的种类为最多, 其次是细菌病害和病毒及类菌质体病害, 而寄生性种子植物病害只是极少数。

在侵染性病害中, 病原物的存在是病害发生的重要条件, 但不是病害发生的唯一因素。因为侵染性病害的发生与否, 不仅取决于病原物的存在, 还取决于寄主的状态和环境条件。寄主植物抗病能力的强弱对病害的发生起着决定的作用。如果植物抗病力强, 虽有病原物的存在也可不发病或发病轻微。

病原物和植物构成了侵染性病害的基本矛盾。但是病原物和植物的一切活动又都受着环境条件的制约, 环境条件既作用于寄主植物, 也作用于病原生物。只有当环境条件不利于植物的生长, 而有利于病原物的活动时, 植物才有发病的可能性; 反之, 则不会发病。由此可见, 环境条件是决定病害能否发生及发展的重要因素。所以, 侵染性病害的发生是植物和病原物在一定的环境条件下矛盾的对立统一。换言之, 侵染性病害的发生是由病原生物、寄主植物和环境条件等三方面的因素决定的。即所谓病害的三角关系(disease triangle)。但在不同的情况下, 其中一种因素可能成为发病的主要因素, 其它两种则是次要因素, 但是主要与次要的发病因素在一定条件下是能够互相转化的。

在农业生产中, 植物病害所造成的严重损失, 人的因素起着重要的作用。生物在长期的进化过程中, 经过自然选择, 自然界呈现一种平衡、共存的状态。植物和病原物也是这样的。人类开始生产活动后, 对这种自然平衡有很大的影响。不少病害的发生是人类自己造成的, 如实行不适当的耕作制度, 种植了不适当的作物或品种, 采用了不适当的栽培措施, 人为引进了危险性病原物, 过量施用农药造成环境污染等等。由此可见, 在植物病害发生发展过程中, 人的因素是重要的。因而有人提出了病害的四角关系(disease square), 即植物侵染性病害的发生, 除了具有感病寄主植物、致病病原生物和适宜环境条件外, 还要加上人为的因素。

三、植物病害的症状

植物受病以后, 新陈代谢发生了一系列的变化, 最后表现为从外部可以观察到的形态病变。这种受病植物在外形上的反常现象, 称为症状(symptom)。植物病害的症状表现为两方面: 一是受病植物本身所发生的病变(lesion), 二是病原物在受病植物上所形成的特征性结构, 即病征(sign)。

受病植物本身所发生的病变大致分以下四种类型:

(一) 变色(discolour) 变色是指病部细胞的色素发生了改变。变色有两种: 一种是普通变色, 整个植株、整个叶片或叶片的一部分发生均匀的褪绿、黄化、红化。如桑

树黄化型萎缩病以及植物的各种缺素症；另一种是局部变色，如桑树花叶型萎缩病的叶片绿色浓、淡不均，呈黄绿相间的斑驳状。

(二) 坏死和腐烂 (necrosis and rot) 这都是由于细胞和组织的死亡而造成的病变。此种病变因受病组织的性质及部位不同而表现出不同的症状。植物的根、茎、叶、花、果实等部位受病均能发生坏死，叶片上的坏死表现为各种形状和颜色的斑点，如桑褐斑病 (*Septoglocom mori*)。后期脱落即形成穿孔，如桃穿孔病 (*Cercospora circumcissa*)。枝杆部组织坏死或形成病斑，如桑干枯病 (*Diaporthe nomurai*)。果实上可形成溃疡，如柑桔溃疡病 (*Xanthomonas citri*)。根部的坏死则形成根腐，如桑根朽病 (*Armillaria mellea*)。幼苗的茎或根部组织的坏死，可以造成幼苗的死亡，如棉苗猝倒病 (*Pythium* sp.)、立枯病 (*Rhizoctonia solani*) 等。植物柔嫩多肉、含水较多的组织坏死后，往往形成湿腐，如桑椹肥大性菌核病 (*Sclerotinia shiraiana*)；而比较坚硬、含水较少的受病组织，很快大量失水时，则多形成干腐，如桑椹缩小性菌核病 (*Microglossum shiraianum*)。

(三) 萎蔫 (wilt) 由多种原因引起。茎和根部的坏死和腐烂，均可导致萎蔫。但是典型的萎蔫症状，是指植物的茎和根部的维管束组织受到破坏，而发生的凋萎现象。这种凋萎一般是不能恢复的。萎蔫是由于病菌在植物的维管束内大量繁殖，堵塞导管或产生毒素，阻碍或破坏了水分的运输，或使植物中毒，因而造成了茎叶萎蔫。根据受害部位的不同，萎蔫可以是全株性的，也可以是局部性的。根或主茎的维管束受侵害所引起的萎蔫常是全株性的，如花生青枯病 (*Pseudomonas solanacearum*)。侧枝或叶柄的维管束受侵害所引起的萎蔫，则是局部性的。

(四) 畸形 (deformity) 病害可以引起植物的各种畸形现象。有些是植物受病原物侵染后，局部细胞数目增多、增大，生长过度，出现肿瘤和疮痂的病变，称为增生型或刺激型，如桑花叶型萎缩病，叶背的叶脉上产生的瘤状和棘状突起；另一些是植物的生长发育受到抑制，使植株矮缩、分蘖减少、叶形纤细等，称为矮缩型或抑制型，如水稻矮缩病 (RiDV)。此外，病部组织由于细胞发育不均衡（部分细胞增生或受到抑制），还会出现扭曲、皱缩及器官的转化等畸形。

病原生物在受病植物上所形成的特征性结构，因病原种类的不同而有所差异。真菌病害，可以在寄主的感病部位产生霉状物 (mold)、霜霉 (downy mildew)、黑霉 (smut)、绿霉 (greenmold)、粉状物 (dust)、白粉 (powdery mildew)、黑粉 (smut)、锈粉 (rust)、小黑点 (spot)、粒状物 (granule)、束状物 (fascicle) (白色、紫色) 等。细菌病害，多在病部产生乳白色或淡黄色的脓状物 (菌脓) (bacterial ooze)，干燥后形成小粒菌胶。以上都是病菌生长在寄主体外的营养器官和繁殖器官，以及寄生物形成的休眠体等。病毒病害，是细胞内寄生的，在植物外表看不到病原物。

各种植物病害一般都有其特定的、固有的症状，所以症状为植物病害的诊断提供了依据，人们往往根据其为害的症状而加以定名，如桑里白粉病 (*Phyllactinia moricola*)、桃穿孔病、党参根腐病 (*Fusarium* sp.) 等。但是病害的症状也不是绝对不变的，同一病原物在不同植物上及同一植物的不同发育时期或在不同环境条件下，可以表现不同的症状，而不同的病原物也可以引起相似的症状。因此，根据症状所作出的诊断，只是初步的，还必须通过进一步鉴定其病原物，必要时须反复作分离、培养、接种试验，方能做出正确的诊断。

小 结

植物病害可以分为由生物因素引起的侵染性病害和由非生物因素引起的非侵染性病害。在侵染性病害中，寄主植物和病原物是形成病害的两个基本因素，但寄主和病原物之间的相互作用无不在外界环境条件下进行的，只有当环境条件不利于寄主植物而有利于病原物的活动时，病害才能发生，反之则不能发病。所以侵染性病害的发生是由寄主植物、病原生物和环境条件三个因素所决定的。在农业生产中，还应注意到人对植物病害的消长所起的作用和影响，有不少病害的发生是人类自己造成的。因此有人提出侵染性病害的发生，除了具有寄主植物、病原生物和环境条件外，还要加上人为的因素。

植物发病后可以表现出各种类型的症状，各种病害的症状均有一定的特点，也有一定的稳定性，因此根据症状特点，可以对植物病害作出初步的诊断。

第二节 植物病原真菌

真菌遍布于自然界，不论是山岭、海洋、空中，还是地面的各种物体上都有它们的存在。真菌的种类很多，据报道有10万种以上。我国已知真菌约4万余种，其中大部分都是腐生的，但也有不少种类在植物体上寄生并引起病害。人们把这种寄生于植物的真菌，称之为植物病原真菌。在植物病害中，有80%以上是由病原真菌引起的。每种作物都有几种或十几种真菌病害。植物病害的防治研究，最早就是从真菌病害开始的。可见，真菌病害在植物病害中占有相当重要的地位。

真菌的主要特征是：营养体简单，没有根、茎、叶的分化，也没有维管束组织，但细胞内有典型的细胞核；真菌的细胞内没有叶绿素和其他能营光合作用的色素。因此，真菌是不能进行光合作用的异养生物；真菌的繁殖方式较典型的是产生各种类型的孢子。

真菌的发育过程，分营养阶段和生殖阶段。先在营养阶段进行不断地生长，积累养分；后进入生殖阶段，产生孢子进行繁殖。

一、真菌的营养体

真菌营养生长阶段的结构，称之为营养体。真菌典型的营养体呈极为细小的丝状体，称为菌丝（hyphae）。菌丝可以分枝并向四周不断生长，很多菌丝聚在一起称为菌丝体（mycelium）。

菌丝通常呈圆管状。各种真菌的菌丝粗细不一，一般直径在10微米以下。具固定的细胞壁，大都是无色透明的，其主要成分是半纤维素和甲壳质。细胞内充满了无色透明的原生质，所以真菌的菌丝体大部分是无色的。但原生质中也可以含有各种色素，使菌丝（尤其是老的菌丝）呈现不同的颜色。除细胞核外，细胞内有原生质、液泡和油滴等内含物。

高等真菌的菌丝有隔膜（septum），每个细胞内有1、2个乃至多个细胞核，隔膜上有微孔连通，所以整个营养体是一个有机的整体。低等真菌的菌丝没有隔膜，所以是一个多核的大细胞。极低等的真菌，并不形成丝状的菌丝体，它们的营养体只是一团没有细胞

茎的原生质，称之为变形体或原生质团。

真菌的菌丝（图1—1）一般是由孢子萌发所形成的芽管发展而来。菌丝以它的顶端部分生长，但是菌丝的每一部分都潜存着生长的能力，所以将菌丝体分割以后，移置在适宜的条件下，每一小段都能生长出新的菌丝体。由于菌丝体可以不断的分枝，并且能够从顶端部分的一点向各个方向生长，往往在培养基上形成圆形的菌落。

真菌以菌丝体从外界吸收营养物质，由于渗透作用，使养分通过细胞壁和质膜而进入细胞内，所以真菌只能吸收溶解了的物质。菌丝可以分泌各种酶，在酶的作用下，使复杂的有机物水解而被吸收。寄生性真菌可以寄生在寄主组织的细胞间或细胞内，靠菌丝体伸入植物表皮细胞或寄主组织的细胞内吸收营养物质。寄生在细胞间的真菌，尤其是许多专性寄生菌，有的可以在菌丝体上形成小的突起，穿过寄主的细胞壁，在寄主细胞内形成圆形、长圆形或其他形状的吸器来吸收养分（图1—2）。寄生在植物表面的真菌，在寄主表皮细胞内形成吸器（haustorium）。寄生性真菌菌丝和吸器的渗透压一般都高于寄主组织和细胞的渗透压。

高等真菌的菌丝，当生长到一定阶段时，分散的菌丝体可以形成两种组织：一种是由菌丝体平行排列或纠结在一起而形成的比较疏松的组织，即疏丝组织（prosenchyma）。在此组织中可以看见菌丝体的长形细胞。另一种是由菌丝体紧密地交叉在一起所形成的组织，与高等植物的薄壁细胞组织相似，称之为拟薄壁组织（pseudoparenchyma）。拟薄壁组织中的细胞近似圆形、椭圆形或多角形。

菌丝体是真菌营养体的基本结构。某些真菌的菌丝体在一定的条件下可以发生变态而形成特殊的机构，如菌核（sclerotium）、子座（stroma）和根状菌索（rhizomorph）

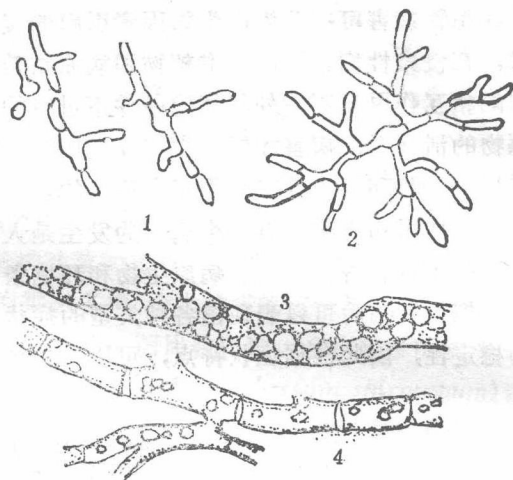


图1—1 真菌的菌丝体（仿方中达）

1. 孢子及其萌发生长 2. 形成菌丝体
3. 无隔膜菌丝 4. 有隔膜菌丝

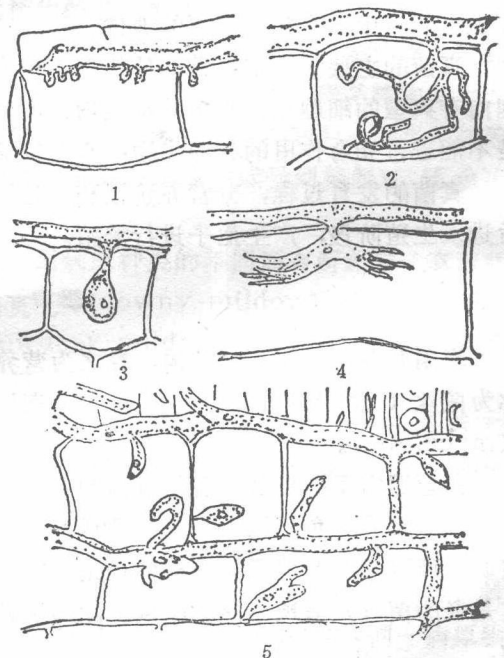


图1—2 真菌的吸器类型（仿方中达）

1. 白锈菌 2. 霜霉菌 3、4. 白粉菌 5. 锈菌