

全国中等农业学校教材

植物病理学

植保专业用

河北省保定农业学校 主编



农业出版社

全国中等农业学校教材

植 物 病 理 学

河北省保定农业学校 主编

植保专业用

农 业 出 版 社

(京)新登字060号

全国中等农业学校教材

植 物 病 理 学

河北省保定农业学校 主编

* * *

责任编辑 胡志江

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 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm16 开本 20 印张 475 千字

1993 年10月第1版 1993 年10月北京第1次印刷

印数 1—5,200 册 定价 9.40 元

ISBN 7-109-02696-5/Q·159

前 言

中等农业学校植物保护专业全国统编教材《植物病理学》是遵照“中共中央关于教育体制改革决定”和农业部(1990)农(教宣中)字第41号文件精神重新编写的。

为了适应当前农业生产发展、农村产业结构调整及农民劳动致富要求,本书突出了中等农业学校的针对性、实践性和应用性特点,旨在培养符合农村需要、完全合格的中等植物保护人才,以实现科教兴农之目的。

本书分总论和各论两部分。总论部分以农业生态系的观点为基础,着重阐述植物病理学的基础理论、基本知识以及“预防为主,综合防治”的植保工作方针。各论部分主要介绍粮、棉、油、果、菜及其它经济作物传染性病害的症状识别、病原特征、发病规律和综合防治措施等。为了力求做到面向全国、兼顾地方,各论编写分为重点病害、一般病害和次要病害三种类型,以供各校师生选讲和自学之用。鉴于祖国地域辽阔,生态环境各异,病害种类繁多,本着中等教育要为振兴当地经济服务的方针,各校在使用本书时可根据地区特点,在教学大纲允许的范围内适当增删、调整或编印补充教材。

本书编写过程中,承蒙全国中等农业学校教学工作指导委员会、农业出版社热诚指导,有关学校鼎力相助,更多单位和同志提供宝贵资料,葛竞麟(江苏省南通农业学校)、周至宏(广西农科院)、潘立武(吉林省农业学校)、马振雷(山东省济宁农业学校)等同志绘制插图,编者深致谢忱。由于本书内容较多,涉及面广,限于编者水平,无疑会有不少缺点和错误,敬请各地师生和读者在教学、生产实践中提出批评指正。

编 者

1991年12月20日

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一篇 总 论

第一章 植物病害的概念、症状和分类	3
第一节 植物病害的概念	3
第二节 植物病害的症状	6
第三节 植物病害的分类	8
第二章 植物传染性病害的病原生物	9
第一节 植物病原真菌	9
第二节 植物病原病毒	47
第三节 植物病原细菌	52
第四节 植物类菌原体、螺原体和类立克次氏体	55
第五节 植物病原线虫	57
第六节 寄生性种子植物	60
第三章 植物传染性病害的发生与发展	63
第一节 病原生物的寄生性和致病性	63
第二节 传染性病害的侵染过程	66
第三节 病害的侵染循环	70
第四节 植物的抗病性	73
第五节 植物传染性病害的流行	78
第六节 植物病害的预测	84
第四章 植物病害的防治	89
第一节 植物检疫	89
第二节 农业防治	90
第三节 选育抗病品种	92
第四节 生物防治	93
第五节 物理防治	94
第六节 化学防治	96
第七节 综合防治的概念	97
第五章 植物病理学的基本操作技术	98
第一节 植物病害标本的采集和制作	98
第二节 植物病害的调查	107
第三节 植物病害的诊断	111
第四节 病原生物的分离、培养和接种	113

第二篇 各 论

第六章 粮食作物病害	122
第一节 水稻病害	122
第二节 麦类病害	144
第三节 杂粮病害	162
第七章 薯类作物病害	176
第一节 甘薯病害	176
第二节 马铃薯病害	184
第八章 棉麻作物病害	190
第一节 棉花病害	190
第二节 麻类病害	201
第九章 油料作物病害	209
第一节 油菜病害	209
第二节 大豆病害	212
第三节 花生病害	216
第四节 芝麻、向日葵病害	222
第十章 蔬菜病害	225
第一节 十字花科蔬菜病害	225
第二节 茄科蔬菜病害	232
第三节 葫芦科蔬菜病害	242
第四节 其它蔬菜病害	247
第十一章 果树病害	251
第一节 柑桔病害	251
第二节 仁果类果树病害	260
第三节 核果类果树病害	277
第四节 葡萄和山果病害	288
第五节 香蕉和热带果树病害	280
第十二章 其它作物病害	297
第一节 烟草病害	297
第二节 糖料作物病害	300
第三节 茶、桑病害	305
第四节 蚕豆和绿肥病害	308

绪 论

植物病理学是研究植病病害症状表现、发生原因、流行规律、预测预报、防治策略以及治理措施的一门应用科学。对于各种植物病害，不仅要从理论上认识其发生的整个过程，更重要的是在生产实践中提出经济、安全、有效的防治措施，从而达到控制和减轻危害，保护栽培植物正常生长发育，直至农产品在贮运期间免遭损失。

生产实践表明，植物病害是严重威胁生产的自然生物灾害之一。就本质而论，人类的生存归根到底需要依托于植物。如果没有绿色植物，缺乏光合作用，人们不仅没有食物、衣着、燃料，而且连呼吸都将成为不可能。因此，植物的健康对人类的生活和健康关系极为密切，植物病害流行必将给人类带来巨大灾难。例如1845年爱尔兰马铃薯晚疫病大流行，曾造成上百万人的死亡和流浪他乡；1943年孟加拉水稻胡麻斑病发生则引起了严重的饥荒，竟导致200多万人饥饿而死。1950年由于条锈病的危害，致使我国小麦减产60亿公斤，折合3千万人一年的口粮。据联合国粮农组织估计，当前世界谷物生产每年因病害减产10%以上；棉花损失12%左右。我国每年因植物病害发生所造成的危害，基本符合这一数字。

植物病害除造成产量损失之外，其危害性还表现在许多方面。第一，降低产品质量，这在果品和蔬菜上尤为突出。第二，引起人、畜中毒，如人们食用了混有遭赤霉病侵染的病麦面粉时，轻则头痛、呕吐，重则有生命危险；又如以带黑斑病的甘薯作饲料，可引起耕牛患中毒性气喘病。第三，限制作物种植，例如我国华北地区曾因炭疽病而停止种植红麻。第四，影响供应和外销，因不少植物病害在产后的贮藏、加工、运输过程中继续发展，使商贸部门和消费者遭受损失；同时，带有检疫对象的农产品，既不允许出口，也不准输入，从而使外贸活动受到限制。第五，污染环境，即在植物病害防治过程中常常喷撒化学农药，因而导致产品残毒和环境污染等。

可见，作为农业生产的重要自然灾害，植物病害的发生和流行不仅降低产量、品质，而且还会干扰作物种植和品种使用，甚至有时直接危害人体健康和恶化生活环境。局部田块的病害发生只减少当地农民的收成和经济收入，而大面积病害流行则将影响到国计民生和社会生活的稳定。为了确保人类的繁荣就必须保护栽培植物的健康。植物病理学实质上就是植物医学，它和人类医学一样肩负着极其光荣的任务。

人类早就感到植物病害的威胁。历史上，我国劳动人民对植物病害防治曾积累了丰富的经验，并有不少的创造和发明；从公元六世纪起，对选择抗病品种、轮作倒茬以及种子处理等方面已有比较详细的记载。其它各国人民也都有与植物病害作斗争的经历。然而，作为一门有完整体系的科学，植物病理学迄今为止仅有130多年的历史。近百年来，在世界各国工农业生产和科学技术迅速发展的推动下，植物病理学不仅在基础理论研究，而且也在应用技术研究方面都取得了极大进展，并在植物保护工作上发挥着很大作用，以致成为农业科学教育中所不可缺少的一门课程。

我国植物病理学工作始于本世纪20年代，但真正在教学、科研和应用上取得巨大进展，还是新中国成立以后的事。由于党和政府的重视，早在解放初期就提出了“防重于治”的植物保护策略。并在50年代《全国农业发展纲要》中，又规定了在一切可能的地方，基本上消灭严重危害农作物的11大病虫害的具体要求。随着植保科学的发展进步，从而高度概括形成了我国现行的“预防为主，综合防治”的植保工作方针。在生产上，大力推广种子处理，曾一度基本消灭了禾谷类黑穗病及许多种传病害；选育推广抗病品种，先后基本上控制了小麦条锈病和秆锈病、玉米大斑病和小斑病、马铃薯晚疫病等病害的大面积流行；不同程度地减轻了稻瘟病、稻纹枯病、稻白叶枯病、小麦赤霉病、甘薯黑斑病、苹果树腐烂病等病害的危害；引进、开发和推广了新型高效杀菌剂，并在植物病害防治上也取得了良好效果。特别是近10年来，在全国范围内大规模地组织了“六五”、“七五”攻关项目，对水稻、小麦、棉花病虫害进行综合治理研究，取得了举世瞩目的进展，它标志着我国植保事业已进入了一个新的历史阶段。

然而，植物病害防治实践和植物病理学研究新成果使人们清醒地看到，病害防治是人类与自然生物灾害作斗争的一部分，它是一项持久而复杂的工作，必须不断深化对客观规律的认识，坚持不懈地发展植病防治的新战略、新战术和新技术。因为植物病害大流行在多数情况下是人类农业活动失当造成的；同时，植物传染性病害的病原都是生物，它们具有相当顽强的适应性和变异性，人为防治措施起作用之后，病原生物也会相应地产生反作用；未来生产技术的发展，新的耕作栽培措施、新品种的投入将改变农田生态系的结构，新的病害有可能不断产生，从而对当前和未来的广大植保工作者提出了更为艰巨而严肃的工作任务。

目前，植保专业队伍的建设 and 植保科学技术的普及工作，还远远落后于生产发展的需要，迫切要求造就大量既全面懂得农业生产，又善于防治植物病害的专业人才。但是，植物病理学是一门应用科学，学习时不仅需要有一定的化学、数学、植物及植物生理学的基础知识，同时还要与农业气象、土壤肥料、遗传育种、植物栽培、生物统计以及农业昆虫等学科密切联系，只有这样才能更好地掌握本课程所学内容。另外还应明确，植物病理学又是实践性极强的课程，在学习的全过程中一定要做到密切注意理论联系实际；主动深入生产第一线，对所学具体植物病害进行识别、调查，并参与防治实际操作，以真正掌握各种病害的发生发展规律；应结合防治病害需要，积极开展小型、多样的科学实验活动，以不断地提高解决生产问题的能力；并需认真了解和贯彻执行国家有关植物保护工作的方针、政策，以使自己的学习能更好地为祖国农业现代化建设服务。

第一篇 总 论

第一章 植物病害的概念、症状和分类

第一节 植物病害的概念

一、植物病害现象 任何栽培植物都是农业生态系统中的组成部分之一。因此，无论大田作物、果树蔬菜、林木花卉，还是茶树、牧草、药材以及各类经济植物，均在长期自然和人工选择的作用下，形成了各自群体的生物学特性，对其周围环境有着一定的适应范围，并与其它生物种群保持着相互的平衡关系。即使植物所处的生态环境有所变化或波动，但由于其自身代谢机制含有自动调节以适应环境的能力，使已发生波动的生理过程迅速恢复正常功能，所以它们一般都能得以正常地生长发育和繁殖。

然而，如果环境条件发生了剧烈变化，或存在某些有害生物的侵染，其影响远已超过该种植物在系统发育过程中所形成的适应限度，致使它们的生理机能、组织结构、外部形态以及生长发育遭到持续性的干扰和破坏，从而导致产量降低、品质变劣，甚至造成植株死亡。这种完全违背人类栽培目的的现象，即被认为植物发生了病害。

二、植物病害的病原 病害现象的分析表明，生态失调就是植物病害发生的原因。但具体研究指出，引起植物病害的原因是非常复杂的，同时也是多种因素综合作用的结果。这里所说的病原，是指那种在病害发生过程中起直接作用的主导因素。而其它对病害发生和发展仅起促进或延缓作用的因素，只能称作诱因或发病条件。

能够引起植物病害的病原种类很多，依据性质不同可分为两大类。

(一) 非生物性病原 影响植物正常生长发育的所有不良理化因素，均为非生物性病原，主要包括以下几个方面。

1. 营养失调 植物生长发育需要多种营养元素，如氮、磷、钾、钙、镁、硫等，和铁、锰、锌、铜、硼、钼等微量元素。如果土壤中一种或几种元素不足，都能引起植物失绿、变色、畸形、花而不实及组织坏死等缺素症，这是由于各种元素在植物代谢过程中的生理功能不同所决定的。产生缺素症的原因主要是：土壤中确实缺少某种元素，因为土壤酸碱度的影响，致使某种元素处于不能利用的状态；由于某种矿质营养过多，阻碍了另一种元素的吸收；或因气象因素的作用，阻止了植物对某种元素的吸收利用。

在某种元素过多的情况下，植物也可因为正常营养失去平衡而表现病态。如氮肥过多，则引起植物叶色浓绿，造成徒长、倒伏而减产。因此，肥料不足、多施或偏施单一肥料都是不合理的，均能引起植物发病。

2. 水分不匀 植物遇到干旱会引起叶片变黄，叶尖、叶缘焦枯，早期落叶、落花、落果、籽粒不实，甚至全株萎蔫。土壤水分过多，则造成根系窒息、变黑、腐烂、叶片黄化，全株凋萎。水分供应急剧变化，如前期干旱后期突然多水，常引起块根、果实开裂或

落花、落蕾等。

3. 温度不适 植物生长发育均要求有适宜的温度范围。温度过低往往造成冷害和冻害。如小麦孕穗期只要有一天早上的气温低于5℃，即常抽出部分小穗不孕的畸形穗；而晚稻抽穗扬花期若遇寒潮，也会发生部分不孕穗和“直脖穗”（冷害不实）。高温、干旱和强光照射的综合作用，可引起植物局部灼伤，如果实日烧病。

4. 有毒物质 空气或土壤中存在对植物有毒物质也能引起植物病害。如工矿区所排出的废气、废水以及粉尘漂移等，即可使周围植物的生长受到抑制，以致叶片变色、枯焦、早落，严重时全株枯死。由于耕作施肥或使用农药不当，常使植物根部中毒、变黑、畸形、腐烂；或造成叶片变色、枯焦，甚至产生畸形等表现。

十分明显，非生物性病原是没有传染性的。因此，这类病原所致植物病害称为非传染性病害，又叫生理性病害。生理性病害的发生，主要与不合理的耕作、栽培、水肥管理、农药使用以及不适宜的气象条件有直接关系，在研究和防治这类病害时，要特别注意与植物生理学、土壤肥料学、植物栽培学以及环境保护等学科的工作者密切协作，共同商讨解决。

（二）生物性病原 这类病原均为有生活力、能繁殖的生物，特称为病原生物或病原物。各种病原生物的营养都是来自所依附的植物而不能自养，故又称为寄生物。被病原生物寄生的植物，通常叫做寄主植物，简称寄主。

生物性病原主要包括真菌、细菌、类菌原体、类立克次氏体、病毒、类病毒、线虫和寄生性种子植物等，其中真菌和细菌性病原也可称为病原菌。此外，藻类、地衣和苔藓等在一定条件下也能成为植物的病原生物。

植物的各种病原生物通常都是寄生物，但他们对寄主的寄生能力则因种类不同而异。有些病原生物只能从寄主活体内获得营养，脱离寄主即不能生活，表现出最强的寄生性，这类生物称为专性寄生物或绝对寄生物，如真菌中的霜霉菌、白粉菌、锈菌以及病毒等。多数病原生物既能自寄主活体上吸取营养，也可在死体上生活，亦即具有一定的腐生能力，称兼性寄生物，其中有的是以寄生为主而腐生为辅，如稻瘟病菌；有的则以腐生为主而寄生为辅，如甘薯软腐病菌——黑根霉菌，即为弱寄生菌。当然，完全腐生而毫无寄生能力的专性腐生物一般不属于病原生物。

各种病原生物侵染寄主植物后，立即利用寄主的营养物质进行生长、发育和繁殖，从而引起植物得病。在有病植物上所繁殖的病原生物，均能以一定的方式从病株传到健株，使病害扩大蔓延。可见，生物性病原所致植物病害都具有明显的传染性。对于这类植物病害，统称为传染性病害，也叫寄生性病害。传染性病害是植物病理学研究的主要对象。

（三）非传染性病害与传染性病害的关系 非传染性病害和传染性病害是两类性质完全不同的病害，但它们之间又存在着相互联系和相互影响。非传染性病害发生，不仅导致植物生长发育不良，而且也削弱了抗逆能力，从而容易诱发或加重传染性病害，如稻胡麻斑病的发生和流行，即以土壤恶劣、营养不良为前提条件。相反，植物传染性病害也常为非传染性病害提供可能性，如轻度的根部传染性病害，常诱使花卉发生缺铁白化病；苹果、梨树的一些传染病造成早期枝叶稀疏，致使果实的日烧病加重。因此，在病害诊断和综合治理中，应特别注意两类病害的相互关系。

三、植物对病原的反应 在自然生态系中，植物与其寄生物在长期共同进化过程中相

互选择、彼此适应，往往能达到一定的动态平衡，一般不会导致足以引起减产的植物病害。但在农田生态系中，人类农业活动常不自觉地改变着生态系的组成和结构，造成栽培植物与其寄生物的失衡状态，因而引起病害流行。

实际研究表明，当植物遭到病原危害或侵染时并不是完全被动的，而是进行着一系列的协调或抵抗作用。如果植物的抗逆能力远远超过病原的危害或侵染能力，则不会发病或发病较轻，称为抗病。当病原的危害或侵染能力大于植物的抗逆能力时，致使植物的生长发育受到干扰和破坏，则病害发生严重，称为感病。栽培植物对不同病原的抗病或感病表现，也是其自身的重要生物学特性。因此植物病害能否发生以及发病程度如何，主要取决于植物与病原间的相互斗争。在植物处于受害的情况下，病原必然造成植物在生理上、组织上、形态上发生一系列的异常变化，这种变化过程即称为病理程序。应该说，只有那些具有病理程序的植物不正常状态，才能称为植物病害。显然，植物病害与一般虫伤、机械伤害、自然衰老和凋谢等情况是有本质区别的。

四、环境条件的影响 感病植物和病原同时存在是植物病害发生的基本条件。然而，植物和病原都不是孤立的，它们又同时处于一定的生态环境之中。作为生态系统的重要组成部分，环境条件不仅分别影响植物和病原，而且还影响着两者间的相互作用。当周围环境对植物生长发育有利而不利于病原时，则植物的抗病能力增强，病原被削弱，植物不易发生病害；相反，如果环境条件有利于病原、不利于植物时，则抗病的植物品种也可发病。因此，植物病害的发生不仅取决于植物和病原间的相互作用情况，同时也明显地受着环境条件的影响。环境条件常常在不同程度上决定着病害的轻重，甚至对病害的发生、发展均能起到重要作用。

五、植物病害的概念 当我们将病原植物和环境放在生态系统的背景上进行分析后可以看出，植物病害发生的实质，是植物和病原在环境条件的影响下相互作用，进而导致植物的受害过程。这就是“寄主—病原—环境”间的植物病害三元关系。

十多年来，人们愈来愈明确地认识到，人类活动对植物病害的消长情况具有极其重要的影响。例如，实行了不适当的耕作制度，种植了感病品种，采用了不合理的栽培措施，或人为地引进了危险性病原等，均可造成某种植物病害的严重发生。可以说，几乎所有植物病害的大流行都是对人类不自觉地破坏生态平衡的一种惩罚。我们必须认真总结经验，掌握病害发生的规律，主动地使自己的活动朝着减轻植物病害的方向发展。因此，这里应该强调植物病害锥（或病害四面体）的概念（图1—1）。

总体而言，我们概括了解植物病害发生实质的目的，在于准确地抓住病害发展过程中的主要矛盾，灵活运用农业科学技术知识，控制病原，提高植物抗病性，创造有利于栽培植物生长发育的条件，协调生态系中各组成间的关系，以便积极、主动、更有成效地综合管理和防治植物病害。

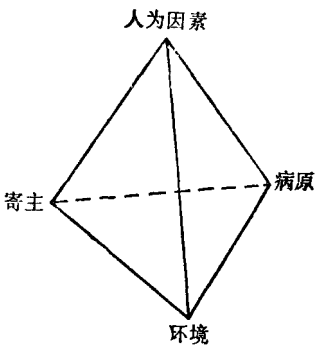


图 1—1 植物病害锥（或病害四面体）

第二节 植物病害的症状

植物遭受到病原的危害和侵染后，首先引起代谢作用的改变，例如同化、呼吸、蒸腾作用的紊乱。由于这些生理变化的影响，植物得病部位的细胞则发生相应变化，如细胞数目和体积的增减、细胞壁的消解和损坏等；进而也就产生了由细胞所构成的组织病变，如维管束堵塞、组织坏死等现象。组织病变反映到植物器官和形态方面，则必然造成得病植物的根、茎、叶、花、果实以及种子等各种不正常的表现。总之，有病植物的组织和形态所表现的异常状态，即称为病害的症状。

一、病害的症状类型 病害症状，实质上是寄主植物与病原相互作用的产物。其具体表现可归纳为如下类型。

(一) 变色 植物变色，尤其是叶片变色，是植物病害最常见的症状。变色可以是局部的，或是普遍的。较明显的变色症状主要有4种。

1. 花叶 通常遍及全株，叶片色泽深浅不匀，浓绿与淡绿相间，边缘清晰，并进一步发展成叶面凹凸不平的斑驳，多为病毒所致病害的症状，如瓜类病毒病。

2. 褪色 叶肉全面褪色而叶脉保持绿色；或仅叶脉褪色成为明脉，多为缺素症和病毒病所表现的症状。

3. 黄化 整个叶片均匀褪绿，色泽变成鲜黄或呈白色，多为病毒病或缺素症所表现的特征，如小麦黄矮病、果树缺铁症。

4. 着色 植物叶片或器官的叶绿素非正常消失，花青素增加，而变成紫色、红色等，一些生理病害和病毒病常表现着色症状，如棉红叶茎枯病、粟红叶病。

(二) 坏死和腐烂 坏死和腐烂是植物细胞死亡或组织解体的反映。由于病原和受害组织的性质不同，表现形式多样。

1. 斑点 或称病斑，主要发生在茎、叶、果实等器官上，通常为局部组织坏死，形状和色泽各异，褐色居多。有时病斑上还有同心轮纹，显示出病原的扩展过程。常见的有圆斑、条斑、梭斑、角斑、轮斑、纹枯、黑斑、褐斑、灰斑、白斑等，有的植物病害还因此而得名。

2. 枯焦 表现为芽、叶、花、穗等全部或局部组织变褐枯死，或是病斑相互愈合连片，从而产生形状极不规则的枯焦病状，如棉花枯、黄萎病。

3. 穿孔 于叶片病斑组织边缘形成离层，使病部脱落而产生穿孔，如桃穿孔病。

4. 溃疡 多在木本植物茎上发生，其坏死组织常深达形成层，四周有木栓形成，中间呈开裂状，称为溃疡，如苹果枝溃疡病。

5. 炭疽和疮痂 多指果实、嫩茎、新梢上所形成的局部黑褐色病变，于坏死组织上产生黑色小颗粒或粘液状物，称为炭疽；如果在病组织下层或四周还出现木栓增生，形成粗糙隆起的疤状斑，则称为疮痂，如棉花炭疽病、柑桔疮痂病。

6. 立枯 幼苗得病后，茎基部组织坏死缢缩，地上部逐渐枯死，如多种植物幼苗立枯病。

7. 腐烂 植物的根、茎、叶、花、果实等细胞组织解体而腐烂，结合各种表现有软腐、干腐、红腐、褐腐、黑腐、白腐、苦腐的区别，腐烂时常带有特殊气味，如甘薯软腐

病、十字花科蔬菜等软腐病。

8. 猝倒 幼苗茎基部组织腐烂,以致迅速倒伏而死亡,如各种植物幼苗猝倒病。

(三) 萎蔫 萎蔫是因植物缺水而使枝叶萎垂的症状。但病理萎蔫和因缺水引起的生理萎蔫不同,它通常是由于植物根茎组织或维管束系统遭到病原生物的侵染、破坏及毒害而发生的现象,一般不会因灌溉而恢复。萎蔫可以表现为全株性的或局部性的,常因发病部位以及病害发展速度不同而异,如番茄青枯病、棉花枯、黄萎病等。

(四) 畸形 病害引起植物器官各种形态的异常变化。如植株生长特别细长,叫做徒长;或节间缩短,植株矮小形成矮缩;叶片变形,有卷叶、缩叶、细叶等症状;根、茎、叶的过度分化生长,常产生毛根、丛枝;植物部分细胞过度分裂生长,造成癌瘤、虫瘿、菌瘿等畸形病状。

二、病原物的表现类型 由真菌和细菌引起的植物病害,常在病害发展的一定阶段,于症状上产生病原物的营养体及繁殖体,并构成肉眼可见的特异性表现,主要有5种类型。

(一) 粉状物 粉状物可以直接生于植物表面,也可在植物表皮下及组织中产生,以后破裂而散出。粉状物常因真菌类群不同而具有各自的特异性。

1. 锈粉 初期于植物病部表皮下形成黄色、褐色或棕色疱斑,破裂后散出铁锈状粉末,称为锈粉,为锈菌所致病害特有的表现,如麦类锈病、菜豆锈病等。

2. 白粉 多在得病植物叶片正面表生大量灰白色粉末状物,为白粉菌所致病害的特征,如各类植物的白粉病。

3. 黑粉 于植物病部形成菌瘿,瘿内充满大量黑色粉末状物,形成黑疸,为黑粉菌所致病害的病征,如禾谷类植物的黑粉病及黑穗病。

4. 白锈 先在得病植物的表皮下形成白色脓疱状斑,破裂后散出灰白色粉末,称为白锈,为白锈菌所致病害的病征,如十字花科植物白锈病。

(二) 霉状物 霉是真菌的菌丝或各种孢子梗及孢子在植物表面所构成的特征,其着生部位、结构色泽常因真菌类群不同而异。

1. 霜霉 多于病叶背面,由气孔生出白色至紫灰色形似短绒的霉状物叫霜霉,为霜霉菌所致病害的特征,如黄瓜霜霉病。

2. 霉层 植物任何得病部位所呈现的霉状物,并具有各种色泽,分别称为灰霉、绿霉、黑霉、赤霉等,许多半知菌所致病害产生这类特征,如柑桔青霉病、棉铃红粉病等。

3. 绵霉 于植物病部着生大量的白色、疏松棉絮状物,称为绵霉,通常为水霉菌、腐霉菌、疫霉菌以及根霉菌等所致病害的特征,如茄绵疫病、稻烂秧病、甘薯软腐病等。

(三) 粒状物 在植物病部产生大小、形状、色泽、排列方式等各不相同的小颗粒状物,多数呈针头状、暗黑色,即为真菌的子囊壳、分生孢子器、分生孢子盘等所构成的特征,如麦类赤霉病、苹果树腐烂病、各种植物炭疽病等。

(四) 菌核 菌核是真菌菌丝体所组成的一种特殊结构,其形态、大小差别很大,有的似鼠粪状,有的呈菜籽状,多数黑褐色,常着生于植物受害部位,如稻纹枯病、油菜菌核病等。

(五) 溢脓 大部分细菌性病害可在植物感病部位溢出含有菌体的脓状粘液,一般呈露珠状,或散布在病部表面成为菌液层,如稻白叶枯病、黄瓜细菌性角斑病等。

病原菌在病害症状上形成上述特异性表现，常与空气湿度有密切关系。一般空气湿度大或有水膜存在时，有利于病菌繁殖体的产生。为了识别病害，可利用“人工保湿法”诱发植物感病部位病菌繁殖体的出现。

三、症状对植物病害诊断的意义 症状是植物与病原在外界环境条件影响下相互作用，进而引起植物病害的外部表现。由于植物和病原的种类不同，其相互作用的过程和结果也不相同。因此，各种症状反映了不同植物病害的本质差别，而且这种差别还具有相对的稳定性。在很多情况下，病害常因其特异性症状而命名，例如各种植物的锈病、白粉病、黑粉病、霜霉病、褐斑病、轮纹斑病等。生产实践中，人们经常需要根据症状特点对各种植物病害做出正确的诊断，以便有的放矢地开展病害防治工作。

值得注意的是，虽说病害症状均具有一定的特异性和稳定性，但植物发病过程中的症状表现也是十分复杂的。首先，一种植物病害常表现出几种症状。第二，同一病原危害时，往往因作物种类、品种抗性、生育阶段、环境影响、发病时期以及侵染部位不同，其症状各异，称为“同原异症”现象。第三，由于寄主植物对各类病原危害及侵染反应的局限性，则常造成不同病原却引起相似的病害症状，产生“同症异原”的情况。第四，还有的植物已明显感病，但不表现任何症状，称为“隐症现象”。因此，有时仅根据症状去诊断病害并不完全可靠，必要时还应进行病原鉴定，才能对病害种类做出准确的判断。

第三节 植物病害的分类

怎样进行植物病害的分类，目前没有统一的规定。但由于对病害的研究范围、发生共性以及防治需要等原因曾提出过各种不同的分类系统，而这些病害分类方法，对于学习植物病理学均有重要的实用意义。

一、按照病原分类 这种方法首先将病害分为传染性病害和非传染性病害。在传染性病害中，又可依据病原生物的分类系统区分为真菌性病害、细菌性病害、病毒病害、类菌原体病害、线虫病害等。如再进一步分类，真菌性病害尚可分为霜霉病、白锈病、白粉病、黑粉病和炭疽病等不同类型的病害。这种分类的优点是，不仅能对病害的病原、症状以及发病规律诸方面的共性有比较明确的认识，同时也常因其共性而对不熟悉同类病害提出初步的防治措施。

二、按照寄主植物分类 通常可以分为大田作物病害、果树病害、蔬菜病害、牧草病害、森林病害、观赏植物病害等。每大类病害还可以分的更细些，如小麦病害、水稻病害、苹果病害、柑桔病害，十字花科蔬菜病害、茄科蔬菜病害，……等等。这种分类有助于了解每种（类）植物上所存在的各种病害问题，便于统筹考虑综合防治计划。

三、按照寄主器官分类 植物各器官的结构、性质以及所处环境均不相同，以致造成的病害种类、危害规律、防治特点都有差别，同时每类病害又各具一定的共性，因而便于协调病害管理途径。如果树病害即可分叶部病害、果实病害、枝干病害、根部病害；而大田作物又有穗粒病害、蕾铃病害、维管束病害……等不同的分类方法。

四、按照生育期分类 生产上经常根据作物的生育阶段不同为病害分类，如苗期病害、成株期病害、花铃期病害等。这种分类方法无疑将有助于把病害防治工作与作物不同生育阶段的管理结合起来。

五、按照病害传播方式分类 如气流传播病害、土壤传播病害、种苗传播病害、介体传播病害等。根据病害传播方式的分类方法，显然对分析病害流行规律有利，并启发人们针对病害传播特点提出控制措施。

此外，还可依据症状特征、侵染部位以及病原在寄主体内的分布情况提出不同的病害分类方法。应该说，这些分类方法都将有利于加深对病害诊断、发生规律、防治措施的理解和认识。

复习思考题

1. 什么叫植物病害？分析病原、寄主及环境条件间的关系，对正确认识植物病害有何实践意义？“病害四面体”概念对植物病害防治有哪些指导作用？
2. 何谓病原？非生物性病原与生物性病原有何区别？常见的非传染性病害有幾大类？
3. 什么是植物病害的症状？症状有哪些类型，病原菌在症状上有几种特异性表现？认识症状对植物病害诊断有何作用？以实例说明，症状对植物病害诊断的局限性。
4. 怎样对植物病害进行分类？常见分类方法的目的、意义及应用的局限性。
5. 名词解释：（1）寄生物 （2）寄主 （3）寄生性 （4）专性寄生 （5）兼性寄生 （6）专性腐生 （7）病理程序

第二章 植物传染性病害的病原生物

第一节 植物病原真菌

一、真菌与人类的关系 真菌作为一大类低等生物，目前全世界已经描述记载的约有10万余种。在地球上的各种生态环境里，如土壤、农田、果园、森林、草原、空气、流水、海洋等到处都有真菌的存在。因此，人类对于真菌既不陌生，又与其有着极密切的关系。许多真菌种群是我们生产、生活中不可缺少的有益微生物，如粪肥的腐熟或各类有机物的分解；香菇、银耳、猴头等多种食用菌的栽培；酒精、柠檬酸、甘油、甾醇、酯类等化工原料的生产；青霉素等医用抗生素类药物、抗癌物质以及植物生长激素的萃取；酱油、麸醋、豆腐乳、甚至面包等食品的加工；白僵菌、捕食线虫的真菌和重寄生的白粉寄生菌等在植物病虫害防治上的应用等，都是通过直接利用不同真菌有机体，或是间接开发其代谢产物的例证。

但是，也有很多真菌类群对人类是有害的，它们不仅能使大量贮存物资——如木材、织物、粮食霉烂，而且也常常引起人类、家畜以及各种植物发生病害，从而造成极大损失。据不完全统计，在各类栽培植物的病害中，约有80%的病害是由病原真菌侵染造成的。例如，常见的稻瘟病、小麦锈病、棉花枯萎病、油菜菌核病、花生叶斑病、苹果树腐烂病、柑桔炭疽病、大白菜等霜霉病、茶饼病、桑白粉病、烟草黑胫病、甘蔗凤梨病、甜菜褐斑病等，都是威胁当前农业生产的重要真菌性病害。

二、真菌的一般性状

（一）真菌在生物中的地位 地球上具有细胞结构的生物，可区分为五个界，即原核

生物界、原生生物界、植物界、菌物界和动物界。真菌作为真核生物，属于菌物界的真菌门。因此，真菌具有两个基本特征：第一，没有用以进行光合作用的叶绿素，它们以吸收为营养方式，而成为腐生物或寄生物；第二，没有根、茎、叶的分化，但在形态上确有明显的营养体和繁殖体的区别，这正是人们认识真菌的主要依据。

(二) 真菌的营养体 真菌的营养体是真菌自基物上吸取营养而获得能源，用以进行生长发育的器官。因种类不同，真菌的营养体在形态方面由简单到复杂有很大的变化。

1. 变形体 一些低等真菌的营养体，常是含有多核的原生质团。它们没有细胞壁，仅具细胞膜而无一定形态，特称为变形体，如十字花科植物根肿病菌的营养体。

2. 单细胞 营养体简单，但较变形体进化而成为被有细胞壁的单细胞。有的于单细胞上生有假根，或者在营养体细胞间形成原始的丝状结构相连接，如玉米褐斑病菌的营养体。

3. 菌丝体 典型真菌的营养体，是由细长的丝状体组成的，通常把每一根丝状体称作菌丝。菌丝的直径一般为 $1-15\mu\text{m}$ ，多数呈管状、无色透明或暗色，无隔或有横隔膜。菌丝生长即可向四周不断延伸和分枝，以扩大吸收营养的面积，从而形成很多丝状体，总称为菌丝体。绝大多数真菌的营养体均为菌丝体，所以菌丝体即构成真菌形态上的一个重要特征(图2-1)。

真菌的无隔菌丝体是一个多核、有细胞壁的大型丝状细胞，它们只有在细胞受伤或产生繁殖器官时才形成相应的隔膜，以保证菌丝继续生活或与繁殖体相区别。有隔菌丝呈竹节状，成为多细胞的菌丝体。

真菌细胞的结构一般包括细胞壁、原生质膜、边体及细胞核、线粒体、内质网、高尔基体和液泡等细胞器。它们在具体结构上与动物、植物细胞具有明显的区别，其中比较特殊的是多数真菌细胞壁是由几丁质构成的，少数为纤维素；在细胞壁与原生质膜间形成边体，这是其它生物所未发现的。

真菌菌丝体一般是由孢子萌发、产生芽管，进而发育形成的。菌丝多由顶端部分延伸而生长，但它的每一部分都有潜在的生长能力，任何一段菌丝均可发育成为新的菌丝体。

真菌的营养体能向基物中分泌各种酶类化合物，使有机物分解为可溶性物质，然后再通过自身的渗透作用有效地吸取营养，以供其生长、发育和繁殖的需要。

(三) 菌丝体的变态 真菌为适应不同的生活条件，菌丝体相应地发生了各种变态。有些真菌类群的菌丝体，甚至还形成了菌组织。菌组织有两种，一种是由许多平行交错排列的菌丝体所构成的组织，其内部结构疏松，仍可见到菌丝状的长形细胞，称为疏丝组织；另一种其组织内部结构紧密，集结的菌丝细胞多呈圆形、椭圆形或多角形，与高等植

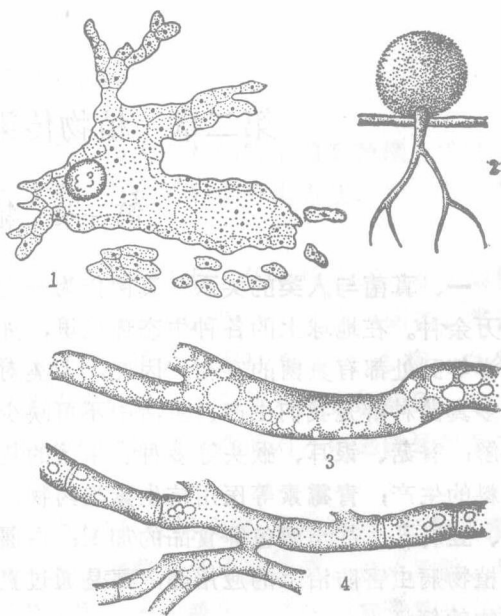


图 2-1 真菌的营养体

1. 变形体 2. 单细胞 3. 无隔菌丝 4. 有隔菌丝

物的薄壁细胞组织相似，但在细胞间无胞间连丝和果胶质，故称为拟薄壁细胞组织。常见的菌丝体变态及由菌组织构成的变态组织体，主要有以下5种。

1. 吸器 寄生性较强的植物病原真菌，其菌丝体常特化产生一些形态各异的旁枝，用以伸入寄主细胞内吸取营养，对于这种专化的吸收细胞，即称为吸器。吸器的具体形态因真菌种类不同而异（图2—2）。

2. 假根 有些真菌的菌丝体在其分枝点上可长出短而细的根状菌丝，称为假根。它们的作用在于伸入基物吸取营养和支撑外寄生的菌体，如黑根霉菌的假根（见图2—15）。

3. 菌核 典型菌核的内部是由疏丝组织构成的，外部则包以拟薄壁细胞组织而起保护作用。因此，菌核能贮存大量营养物质，并对高温、低温、干燥具有很强的抵抗能力，实际上是真菌的一种抵抗不良环境的结构。当条件适合时，菌核又可萌发形成新的菌丝体或进入繁殖阶段。菌核的大小、形状、颜色因真菌种类不同而异。另外，也有的菌核是由菌组织与寄主坏死组织混合构成的，为了区别则称为拟菌核，可结合具体植物病害进行认识（图2—3）。

4. 菌索 菌索是由菌组织形成的绳索状结构，外形与高等植物的根很相似，特称为根状菌索。它既可抵抗外界不良环境，也有助于真菌扩大蔓延或侵入寄主植物。常见于引起木本植物病害的高等担子菌。

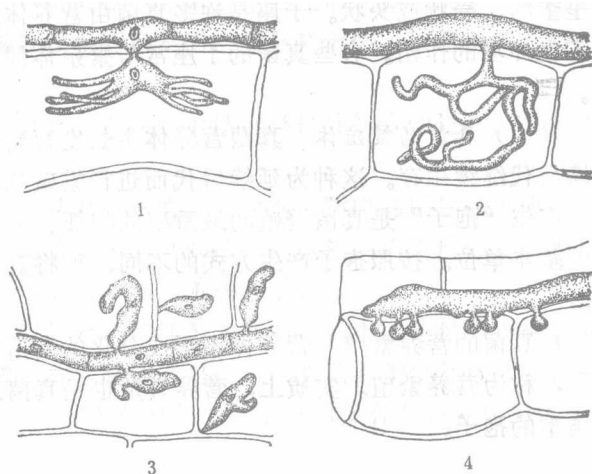


图2—2 真菌的吸器类型

1. 白粉菌 2. 霜霉菌 3. 锈菌 4. 白锈菌

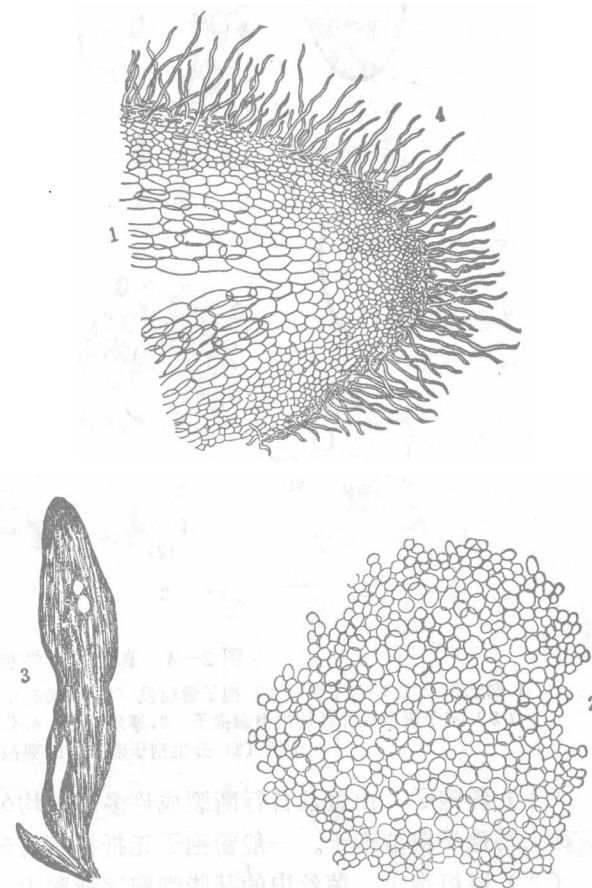


图2—3 菌组织和变态组织体

1. 疏丝组织 2. 拟薄壁细胞组织 3. 菌核 4. 菌索剖面