

全国高等林业院校教材

森林病理学通论

李传道 周仲铭 鞠国柱 编著



森林保护专业用

中国林业出版社

全国高等林业院校教材

森林病理学通论

李传道 周仲铭 陶国柱 编著

森林保护专业用

中国林业出版社

S763.1
7.6

全国高等林业院校教材
森林病理学通论
森林保护专业用

中国林业出版社出版 (北京朝内大街130号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 12.25印张 257千字
1985年11月第1版 1985年11月北京第1次印刷
印数 1—8,500册

统一书号 16046·1270 定价2.25元

前 言

我国自 1958 年开始在几个林学院设立了森林病虫害防治专业，从那时起，我们一直为编写一本阐述森林病理学基本原理的教材而努力。虽然森林病理学的基本原理同普通植物病理学没有原则上的区别，但毕竟有许多自身的特点。在多年的教学工作中，我们逐步积累了一些资料和经验，1980 年写出初稿，由南京林学院印刷，供有关院校试用。初稿的 1—6 章由东北林学院鞠国柱执笔，13—14 章由北京林学院周仲铭执笔，其余各章由南京林学院李传道执笔，最后由李传道汇总定稿。

在试用过程中，承许多同志给予鼓励，并指出不少缺点错误，提出许多建设性意见。今年我们作了较大的修改和补充，并加写了绪论。但整体章节安排没有变动。遗憾的是鞠国柱同志因病不幸逝世，未能参加这次修订工作。她执笔的章节由李传道作了修订。

森林病理学是一门较年轻的学科，特别在我国，五十年代才开始发展，加上我们的水平不高，本书难免有许多不足甚至错误之处，敬希读者不吝指教，以便在下次修订时改正。

本书的编写和修订，得到南京林学院、北京林学院、东北林学院森林病理学教研组有关同志的协助和支持，谨致谢忱。

编者

1984 年 6 月

森林病理学通论

目 次

绪论	1
第一章 植物病害的基本概念	6
一、植物病害	6
二、病原	8
三、侵染性病害的发病过程和侵染循环	9
四、病植物的病理变化	9
五、植物病害的症状	12
六、植物病害的诊断	16
七、植物病害的分类	17
八、本章提要	18
第二章 真菌的一般性状	19
一、真菌与人类生活的关系	19
二、真菌的营养体	19
三、真菌的繁殖	21
四、真菌生活史的概念	24
五、真菌的生理和生态	25
六、真菌的分类和命名	26
七、本章提要	27
第三章 鞭毛菌和接合菌所致的植物病害	29
一、鞭毛菌所致的植物病害	29
二、接合菌所致的植物病害	31
三、本章提要	32
第四章 子囊菌所致的植物病害	33
一、子囊菌的基本特征	33
二、子囊菌所致的植物病害	34
三、本章提要	44
第五章 担子菌所致的植物病害	45
一、担子菌的基本特征	45
二、担子菌所致的植物病害	46
三、本章提要	55

第六章 半知菌所致的植物病害	56
一、半知菌的基本特征	56
二、半知菌所致的植物病害	57
三、本章提要	62
第七章 植物病毒病害及类菌质体病害	63
一、植物病毒的一般性状	63
二、植物病毒病害的症状	66
三、植物病毒病害的传染	68
四、病毒在植物体内的繁殖和转移	70
五、植物病毒病害的诊断和防治	70
六、林木的病毒病害	71
七、类菌质体病害	72
八、类病毒和类立克次细菌	78
九、本章提要	78
第八章 植物细菌病害	79
一、植物病原细菌的一般性状	79
二、植物病原细菌的分类	80
三、植物细菌病害的基本规律	82
四、林木的细菌病害	84
五、植物细菌病害的防治	86
六、本章提要	86
第九章 寄生性种子植物	88
一、寄生性种子植物的概念	88
二、桑寄生科植物	88
三、菟丝子科植物	91
四、本章提要	93
第十章 植物寄生线虫	94
一、线虫的一般性状	94
二、植物线虫的寄生性和致病性	95
三、林木上的寄生线虫	96
四、植物线虫的防治	99
五、本章提要	99
第十一章 植物的非侵染性病害和损伤	101
一、植物非侵染性病害和损伤的概念	101
二、营养贫乏引起的植物病害	101
三、土壤水分失调引起的植物病害	102
四、温度过低或过高引起的植物病害	103
五、盐性土引起的植物病害	104
六、环境污染引起的植物病害	104
七、林木的损伤	105
八、非侵染性病害的诊断和防治	106

九、本章提要	107
第十二章 植物病害发生的过程	109
一、病程的概念	109
二、接触期	109
三、侵入期	110
四、潜育期	119
五、发病期	121
六、潜伏侵染和复合侵染	123
七、本章提要	125
第十三章 病原物的寄生性和致病性	127
一、病原物的寄生性	127
二、病原物的致病性	131
三、寄生性和致病性的改变	134
四、共生和抗生	135
五、本章提要	136
第十四章 植物的抗病性	138
一、抗病性的概念	138
二、植物抗病的机制	140
三、植物抗病性的遗传和变异	145
四、植物个体发育和生活力对抗病性的影响	147
五、环境条件对植物抗病性的影响	148
六、本章提要	149
第十五章 侵染循环	151
一、侵染循环的概念	151
二、单循环病害和复循环病害	152
三、接种体的来源	153
四、接种体的动态	156
五、本章提要	161
第十六章 植物病害的流行和预测	162
一、植物流行病的概念	162
二、植物病害流行的条件	163
三、病害流行的季节变化和年度变化	166
四、植物病害的分布	167
五、森林病害流行因素的分析与病害防治	168
六、病害预测	169
七、本章提要	171
第十七章 植物病害防治	172
一、植物病害防治的基本原则	172
二、林业技术防治	173
三、选育抗病树种	176

四、植物检疫	179
五、物理防治法	181
六、化学防治法	181
七、生物防治法	184
八、本章提要	187

绪 论

一、植物病理学早期历史的回顾

植物病理学是研究经济植物病害现象、原因、机理、发生发展的规律和防治方法的科学。自古以来植物病害就是农业生产中的重要问题之一，曾多次造成农业歉收而导致饥荒。历史上最著名的病例是1845年爱尔兰发生的马铃薯晚疫病，造成毁灭性的损失。因为饥饿，及其引发的疾病而致死和逃离，使当地800万人口减少了200万。

虽然曾经发生过这样惨痛的饥荒，但在十九世纪中叶以前，对植物病害的认识，最初是由神道观念，后来则是由病原自生论统治着。

1755年，M. Tillet 首先发现小麦腥黑穗病的黑粉能够传病。但他不知道黑粉是真菌的孢子，认为它是一种带毒体。为了纪念他的发现，后来 L. R. Tulasne 将腥黑粉菌科及其模式属命名为 *Tilletiaceae* 和 *Tilletia*。五十年后，法国的 B. Prévost 进一步观察了黑粉菌的孢子萌发及其在小麦植株内的发育和在麦穗内再度形成黑粉的过程，提出黑粉是一种微生物的繁殖体。同时他还发现硫酸铜能抑制孢子的萌发，证明了种子处理的防病作用。但 Tillet 和 Prévost 的工作在当时没有被人承认。

又过了五十年，A. de Bary (1831—1888) 在德国以精密的实验研究阐明了许多真菌的生活史及其致病性。特别在1853—1864年间，先后发表了对小麦黑粉菌、马铃薯晚疫病和小麦秆锈菌的精湛的研究报告，他是锈菌的转主寄生现象和多型现象的发现者。他的这些工作奠定了植物真菌病害的基础。与此同时，德国另一著名学者 J. Kühn (1825—1910) 总结了当时的各方面的成就，于1858年发表了《作物病害及其原因和防治》(*Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und die ihre Verhütung*) 一书，是植物病理学的第一本教科书，也是植物病理学诞生的标志。其后，de Bary 的学生们及各国一些其他学者继承了他的工作，把许多农林生产中的真菌病害研究清楚了，使植物病理学大大向前发展了。

在回顾植物病理学发展的早期历史时，还可以提及一些重要的人物。他们对植物病理学的发展作出了创造性的贡献，也标志着植物病理学的发展过程。

R. Hartig (1839—1910) 主要从事树木病害的研究，首先发现树干木质部中菌丝体和树木上子实体同木质部腐朽的关系。1882年出版了《树病学》(*Lehrbuch der Baumkrankheiten*) 一书。后人视其为森林病理学的创始人。

T. I. Burrill (1880) 证明梨火疫病是由细菌引起的，第一次证实了细菌能引起植物病害。

A. Millardet(1882)发现,法国农民为了防止偷窃,用石灰和硫酸铜混合液喷洒葡萄,具有防治葡萄霜霉病的效果,从而进行研究,肯定了波尔多液的杀菌防病效果,开创了用化学药物防治植物病害这一新局面。

A. E. Mayer(1886)发现烟草花叶病病株的汁液可以传病。А. И. Ивановский(1892)和 M. W. Beijerinck(1898)进一步证明烟草花叶病病株汁液通过细菌过滤器以后仍能传染,从而确定了病毒是植物病害的另一类病原。

J. L. Jensen(1888)首先用温汤浸种防治小麦散黑穗病。J. Eriksson(1894)首先发现锈菌的生理小种和形态上的专化型。

A. B. Cordley(1909)首先将杀虫剂石灰硫磺合剂用于防治苹果疮痂病。石硫合剂同波尔多液一样,作为化学防治的主要杀菌剂一直使用到有机杀菌剂问世,其地位才逐渐降低。

E. F. Smith(1920)总结了关于植物细菌病害的资料,出版了《植物细菌病害》(Bacterial Diseases of Plant)一书,为研究植物病害开创了新领域。

植物病理学的产生同微生物学和真菌学的发展是分不开的。微生物的发现首先应归功于 Loewenhock, 他于 1683 年用自制的显微镜发现了细菌等微生物。随着显微镜的不断进步,到 19 世纪中叶,由 L. Pasteur 建立了细菌学,他研究了酒精发酵酵母、蚕微粒子病、鸡霍乱病和狂犬病等,创立了巴氏灭菌法和疫苗预防注射等。后世认为他是微生物学的创始人。随后, R. Koch 首先试验成功了可液化的固体培养基,得到了细菌的纯培养。他还在 1882 年提出了著名的柯赫法则。这些成果都是植物病理学至今沿用的方法和遵循的原则。

在植物病理学产生之前,真菌分类学已有了很大的发展。C. H. Persoon(1761—1836)是真菌分类最早的奠基人之一,以研究担子菌著名。现今黑粉菌目、锈菌目和腹菌目真菌以他的命名为起点。其后是 E. M. Fries(1794—1878),有“真菌学中的林奈”之称,他的著作《Systema Mycologicum》是真菌命名的主要起点。真菌是植物病害最主要的病原,所以早期的植物病理学家如 de Bary 等,几乎都是真菌学家,应用真菌学也几乎成了植物病理学的代名词。

二、我国植物病理学的发展

我国植物病理学的发展比较晚,可查的最早文献可能是 1916 年邹秉文的《植物病理学概要》(科学, 1916, 2:559—573)和章祖纯的《北京附近发生最盛之植物病害调查表》(农商部中央农事试验场第三期成绩报告。1—16, 1916)。到三十年代以后,才出现了一些知名的植物病理学家。对我国植物病理学作出重要贡献的首推戴芳澜教授(1893—1973),他是杰出的真菌学家,对我国真菌作了广泛的调查研究,现有《中国真菌总汇》一书行世。他先后在前金陵大学、北京大学和北京农业大学讲授植物病理学。我国现在老一辈知名的植物病理学家大多出自他的门下。与戴芳澜教授同时的还有邓叔群教授(1902—1970),他是

真菌学家又是林学家，对同森林立木和木材腐朽有关的多孔菌类有精湛的研究。他在《中国的真菌》一书中，对多孔菌类提出了自己的分类系统。朱凤美教授（1885—1970）长期从事植病研究工作，为麦类病害防治的研究贡献了毕生精力，特别对麦种化学处理和温汤处理，提出了简便易行的有效方法，还设计了线虫病麦汰除机。他的成果获得普遍推广，为农业生产作出了很大贡献。俞大维教授（1901— ）的研究十分广泛，包括小麦、大麦、粟、黄瓜等作物的多种病害，发表了许多精湛的研究报告。

我国在1952年以前，没有人专门从事森林病理学的研究，只有邓叔群（1939，1940）在调查四川洪坝和云南丽江森林的同时，对该地区内的森林病害作了调查。他在1939年用英文发表的《中国高等菌类志》（A Contribution to Our Knowledge of the Higher Fungi of China）一书，包括了一部分与森林病害有关的真菌。虽然书中偏重真菌分类和形态描述，但仍为森林病理学可贵的参考资料。此外尚有个别植物病理学家在其研究中接触到了森林病害问题。如欧世瓚（1940）的《油桐叶斑病之研究》，陆大京（1940）的《油桐枯萎病的初步调查》等。

1952年，第一次将森林病理学列入高等林业院校的教学计划，开始了森林病理学的教学和科研工作。1958年又首先在林业部所属北京林学院、南京林学院、东北林学院创建了森林病虫害防治专业，为培养森林病理学的科技人才作出了贡献。林业部森林综合调查队自1954年起，先后对我国原始林区的森林资源作了调查，其中包括了森林病害的调查。中国林业科学研究院林业研究所于1954年建立了森林病理学研究室，许多省属林业科学研究所也先后成立了森林保护研究室或森林病理研究室，开展研究工作。三十年来，全国各有关单位对我国的重要森林病害进行了广泛的研究，取得了可喜的成绩。1979年6月，在成都召开了第一次全国森林病理学学术讨论会。1983年10月又在厦门举行了第二次学术讨论会，收到论文摘要二百余篇。中国林业出版社即将出版的《中国森林病害》一书，总结了全国对120种森林病害的研究成果，是我国森林病理学的第一本专著。这些工作和成绩对推动我国森林病理学的发展起了很大的作用。

三、植物病理学的研究范围

植物病理学的主要内容大致可以分为病原学、病理学、流行病学和防治学四部分。

植物病害的病原包括物理的、化学的和生物的因素。物理的和化学的因素所致的病害，也许是因为在农业气象学、土壤学、植物生理学和环境污染学中分别有专门论述，较少受到植物病理学家的重视。

植物病原学通常以研究生物的因素为主。在生物因素中，真菌是最先发现的，也是最主要的。随后发现了植物病毒、细菌、线虫以及高等寄生植物等能引起重要的植物病害。二十世纪六十年代中期，由于电镜的进步和广泛应用，又先后发现了类菌质体、类立克次细菌、类病毒等新的植物病原物。使人们对于病毒病害的传统概念要作很大的修正。病原学的主要任务就是研究这些病原生物的形态、分类、生活史、生理和生态及其所致植物病

害的特点。

病理学主要研究植物病害的过程中,病原物在寄主体表及体内的生长发育及其致病作用,寄主植物的病理变化和抗病或感病机理;研究不同生物型的寄主-病原物体系中二者的相互关系。近些年来,受分子生物学和分子遗传学的影响,对病原物致病性和寄主抗病性遗传变异的研究以及寄主细胞的超微结构病变和细胞的生化反应的研究日益受到重视。

流行病学主要研究环境条件对病原物生存、繁殖、释放、传播和侵染活动的影响,对寄主感病性的影响以及病害在时间和空间上的动态。也包括人类生产和交换活动对病害流行的作用。当前先进国家已经在研究用数学模式来表达病害流行的规律,并用电子计算机进行病害预测。

防治学主要研究物理的、化学的、生物的和栽培学的方法防治植物病害的基本原理和应用技术。当前,国际上特别提倡以生态学和经济学为基础的植物病虫害综合治理,即在保持生态系的相对平衡的前提下,有机地运用多种方法把病虫害的危害控制在经济允许损失水平之下。

四、森林病理学的特点

森林病理学是植物病理学的一个分支,基本内容同植物病理学没有明显的差别,只是研究的对象是森林树木的病害,通常也包括各种城市绿化和观赏乔灌木的病害。同草本的大田作物和园艺作物相比,林木病害有许多特点:

(1) 森林结构多样,有混交林、异龄林等复杂的林相,即使是同龄纯林,也还有各种下木和活地被物,使林分成为一个比较稳定的生态系。在林分的发展过程中,还有自然稀疏或抚育间伐,不断淘汰病弱个体,保持林分健康。此外,森林树种的种群大多由多品种或生物型组成,基因资源丰富,对病害的应变能力强,不会因为病原物的变异而迅速丧失抗病能力。因此,在天然更新的森林中,一般不容易发生流行性病害。当人们将天然林改变为人工林进行集约经营时,由于人为的干预打破了原有天然林生态系的平衡,就有可能发生流行性的病害。所以森林病害通常在森林苗圃和人工幼林中比较严重。

(2) 林木生长期长,林木病害的病程历时也较长,许多病害一年只发生一次侵染或具有多年生的性质,它们的侵染循环通常不是一年完成一次,常常出现许多复杂的情况,例如松干锈病,侵染发生后需经2—3年才在枝上表现症状。因此林木病害的研究需要更多的时间。加上林木体躯高大,许多研究工作不能在温室或人工气候室中进行,也增加了工作的困难。

(3) 林区地理条件复杂,交通不便,加上林业经营粗放,产品山价低,不能负担较多的防治费用。

由于上述情况,重要森林病害的种类不如作物病害多,发生频率不如农业病害高,所以森林病理学的发展通常落后于农业病理学,但森林病害所造成的损失是巨大而比较隐蔽

的, 据美国的统计材料〔1〕, 1952年全美国锯材损失(包括死亡和生长量降低)的45%是病害引起的。过去对一些重要森林病害的深入研究, 在某些方面取得特别的进展。例如维管束病害中的榆荷兰病, 转主寄生锈病中的松疱锈病和杨树叶锈病, 根腐病中的橡胶树根腐病, 针叶树的蜜环菌根腐病和根白腐病的发生规律和生物防治, 树干溃疡病中的板栗疫病以及内吸杀菌剂的树木注射治疗等等。这些成果促进了森林病理学的发展, 也大大丰富了植物病理学的基本理论和基本内容。

五、同植物病理学有关的学科

植物病理学是为农林生产服务的应用科学, 由前述植物病理学的研究范围, 可以看出它涉及到广泛的基础理论和应用技术。主要的包括下列几方面:

(1) 一般基础学科 数学、化学和物理学等。

(2) 生物基础学科 植物学、植物分类学、植物生理学、生物化学、遗传学、植物生态学等。

(3) 专业基础学科 微生物学、真菌学、昆虫学等。

(4) 应用技术学科 土壤学、气象学、农林植物栽培学、良种繁育学、农林业经营管理学等。

所以, 植物病理学既是一门独立的学科, 又不能离开有关的学科而存在和发展。近20年来分子生物学、分子遗传学和数量遗传学、生物化学以及电子显微镜和电子计算机的发展, 给植物病理学以极大的推动。我们相信, 随着科学的进步和农林生产的发展, 植物病理学将迈进到一个崭新的阶段。

〔1〕 U.S.D.A. Forest serv., Forest Resource Rept. 14:115—220, 1958

第一章 植物病害的基本概念

一、植物病害

植物在生活的过程中，由于受环境中物理、化学因素的非正常影响，或受其他寄生生物的伤害，以致生理上、解剖结构上和形态上产生局部的或整体的反常变化，使植物的生长发育受到显著影响，甚至引起死亡。这个过程及其结果就是植物病害。

植物病害分为两大类：由环境中物理、化学因素引起的称为非侵染性病害 (non-infectious diseases)；由寄生生物（其中主要是微生物）侵害而引起的称为侵染性病害 (infectious diseases)。非侵染性病害涉及的学科很广，过去研究的人很少，至今对它们的认识还较贫乏。因此传统的植物病理学以侵染性病害为研究的主要对象。

引起植物病害的这些因素称为病原 (causes of disease)。植物生病时，可能是受到某一个因素的作用，也可能是同时或先后受到两个以上的因素的作用，但其中有一个是使植物发病的最直接的因素。在这种情况下，这个最直接的因素才是病原。例如某些树苗在秋季多施速效氮肥，使秋梢徒长，组织柔嫩，冬季就容易遭受冻害而致枯梢。施肥不当和霜冻都是引起病害的因素，但只认为冻害是病原。又如银杏苗木茎腐病是因为茎基部在夏季受过高的地表温度灼伤后，又受一种真菌自伤口侵入而引起的，这种真菌就是病原。侵染性病害的病原是生物，通常又称为病原物 (pathogen)。

当植物受到病原的作用或侵染时，首先会在生理上产生一定的反应，以适应变化了的环境条件或阻止病原物在体内继续扩展。如果病原的作用继续加强，超出了植物的适应能力或胜过了植物的抵抗反应，经过一定时间，植物在组织结构和外部形态上就会相继产生一系列的变化，表现出病态。因此，植物病害的发生要经过一定的病理程序。

在侵染性病害中，受侵的植物称为寄主 (host)。病原物在寄主体中生活，双方之间既具有亲和性，又具有对抗性，构成一个有机的寄主-病原物体系。病理程序也就是这一体系建立和发展的过程。这一过程的进展除决定于双方本身所具有的动力外，环境条件也起重要作用。环境条件分别作用于寄主、病原物以及寄主-病原物体系。如果环境条件有利于植物的生长而不利于病原物的活动，病害就难以发生或发展很慢，植物受害也轻。反之，病害就容易发生或发展很快，植物受害也重。例如桃树新叶开放时，常会受到一种外子囊菌的侵害而发生缩叶病，这种病害在早春低温多雨的年份较为严重。因为病菌只能为害嫩叶，气温低使桃叶生长缓慢，增加病菌侵染的机会，湿度高给病菌孢子的萌发造成有利条件。反之，如果天气晴和温暖，桃叶迅速生长，病害就很轻。

环境包括各种物理、化学和生物因素。具体说就是气象、土壤和地理等非生物因素，

以及植物、动物和微生物等生物因素。它们都对植物病害的发生和发展有不同程度的影响,或者说它们产生共同的综合影响。寄主植物和病原物通常是以群体存在着,它们或寄主-病原物体系的存在,当然也对环境产生影响。这一景象显示了一个生态系的图景。植物病害是农业生态系或森林生态系的组成部分,它们的发生和发展同生态系的发展是密切联系着的。当然不是所有的植物病害都是生态系不可缺少的组成部分。

综上所述,可见植物病害表现了植物、病原和环境三者之间的复杂关系。概括地说,植物病害是植物群体在生态系的制约下,与环境中不利于它的致病因素(或病原物群体)之间的矛盾的发展过程;在这个过程中,植物在生理、解剖结构和形态上产生一系列的病理变化,生长发育受到显著影响,甚至死亡。

植物病害是对人类经济生活而言的,有些植物的不正常现象不但不造成经济损失,而且有更高的经济价值。例如韭黄是在无光照条件下韭菜的病态;郁金香因受病毒的侵染使单色花成为杂色花,更增加了它的观赏价值;茭白由于一种黑粉菌的侵染使茎基部肥大而可供食用等等。这些现象都不应列入植物病害的范畴。

损伤同病害是两个不同的概念。无论非生物因素或生物因素都可以引起植物的损伤。例如林木受风折、雪压,或受动物及昆虫咬伤等。植物的损伤系由突然发生的机械作用所致,受害植物在受伤之前生理上没有发生病理程序,因此不能称为病害。

近些年来植病工作者更加重视人类生产活动对植物病害的影响。人们可以通过栽培措施或病害防治措施对寄主植物、病原物和环境施加影响,以抑制植物病害的发展。但从历史上看,由于人类破坏了自然生态系的平衡,创造了高度感病的作物品种和远距离传播了严重的病原物,总的趋势是人类促进了植物病害的发展。

在自然生态系的发展中,由于自然选择的结果,各种生物和环境相互之间的关系处于一种相对稳定的平衡状态。寄主植物同病原物之间的关系无论从数量的消长或它们之间的寄生关系来说,也是如此。人类的生产活动常常使生态系的平衡受到破坏,植物病害在这种情况下容易达到流行的程度。

人类在长期的农业生产中,将野生植物驯化为栽培作物,创造了许多优质高产的作物品种,这些品种对某一种病原物或对病原物的某些小种是高度抗病的,但对另外一些却是高度感病的。大面积栽培单一品系的作物种群,也容易爆发流行性病害。

植物和病原物在自然界的存在,由于历史的和环境的原因,且由于高山和大洋的阻隔,原来都是区域性的。人类引种外来作物同时也把病原物传播到新的地区,造成更广泛的经济损失。

人们现在已经逐步认识了以往的这些错误,提出要着眼于植物群体生态平衡的观点,全面考虑自然因素和人的作用,正确处理和协调各种关系,采取综合措施,把病害的危害控制在经济上所能容许的最低限度。

二、病 原

导致植物发病的直接原因统称病原。病原按其性质可分为非侵染性病原及侵染性病原。

1. 非侵染性病原

包括除了生物以外的一切不利于植物生长发育的各种因素，常见的有下列几类：

(1) 营养条件不适宜 土壤中缺少某些营养物质，致使植物产生失绿、变色或组织坏死等现象。刺槐因缺铁而发生的黄化病是在碱地上常见的例子。松苗常因土壤中缺磷而产生紫叶病。某些微量元素如锰、硼、锌等的缺乏也常引起各种植物病害。

(2) 土壤水份失调 土壤湿度过低可以引起植物叶尖、叶缘或叶脉间组织的枯黄。在极干旱的条件下植物将凋萎而引致死亡。相反，水分过多常使植物根部窒息，久之发生根腐；在排水不良，地下水位过高或因地势不平局部积水的苗圃或造林地常有这种现象。

(3) 温度不适宜 温度影响植物各方面的生命活动，植物生长有它最低、最适和最高的温度界限。温度过高可引起树皮及果实的灼伤。夏季烈日之下，地表温度可达70℃，某些树皮薄、嫩的苗木和幼树常发生茎基部灼伤。低温引起霜害和冻害更为常见。

(4) 毒物 空气、土壤和植物的表面存在着对植物有害的物质，可以引起植物病害。某些化工厂和冶炼厂排出的废气中，常含有多量的SO₂等有毒气体，这类气体对植物的损害称为烟害。杀虫杀菌药剂使用不当，致使叶片上产生斑点或枯焦脱落，则常称为药害。

2. 侵染性病原

植物病原中更重要的是许多寄生性的生物，常叫它们病原物，如属菌类则又叫病原菌。已经知道的主要病原物有以下几类：

(1) 真菌 真菌是一类低等的生物。其营养体是丝状体，称为菌丝，繁殖时产生各种孢子。真菌没有叶绿素，不能自营光合作用，要依赖现成的有机物生活。大多数真菌是腐生的，一部分能寄生在植物体上，成为植物的病原物。80%以上的植物病害是由真菌引起的，是植物病原物中最重要的一类。

(2) 细菌 细菌是一类原核微生物，常以裂殖方式进行繁殖，故又称裂殖菌。细菌是人类和动物病害的重要病原。植物病原细菌比真菌少，但也有些植物细菌病害在农林生产上造成重大损失。

(3) 病毒 病毒是比细菌还小的在普通显微镜下看不见的一种非细胞形态的寄生物。它的直径一般少于200毫微米，小的病毒约相当于大的蛋白质分子。已发现的病毒都是细胞内寄生物，它们引起人类、动物和植物的重要病害。

(4) 类菌质体 类菌质体作为植物病原，还是在1967年由日本学者在研究桑萎缩病等病害时发现的。这类微生物的地位介于细菌和病毒之间，在电子显微镜下大多呈球状体，球体直径为100—1000毫微米，具有膜状包被但没有细胞壁。过去被认为是由病毒引起的黄化和丛枝类型的病害，现在发现许多是由类菌质体引起的。

(5) 寄生性种子植物 寄生性种子植物目前知道的都是双子叶植物，寄生在植物的茎或根上，其中大多数是寄生在木本植物上，如害多种阔叶树的桑寄生、槲寄生、菟丝子等都是。

(6) 线虫 线虫属于无脊椎动物的线形动物门线虫纲，它的长度一般不到2毫米，粗约0.05—0.1毫米，在自然界分布很广。各类植物和真菌上都有线虫寄生。

三、侵染性病害的发病过程和侵染循环

前面说到植物病害的发生有一个过程。如果以真菌引起的病害为例，这个过程大致是：真菌孢子同寄主植物接触后，在一定的环境条件下萌发产生芽管或进一步产生侵染丝，自气孔、伤口或直接穿透表皮侵入植物体内，然后同寄主植物建立寄生关系，即从植物组织或细胞中吸取养料。此后真菌的菌丝体不断在植物体内生长和扩展，使植物产生各种反应，在生理上，组织结构上和形态上发生病理变化，表现出症状来。自病菌侵入同寄主建立寄生关系到症状出现的这一段时间称为潜育期 (incubation period)。植物表现症状后，病菌在植物体内仍有一段或长或短的生长发育时期，症状也随之有所发展。最后症状停止发展，病菌在病组织中进行繁殖，产生大量孢子，发病过程至此结束。

有些病害一年只进行一次侵染，主要是因为病菌一年只进行一次繁殖。通常这类病害的病菌在寄主组织中潜伏越冬，到翌年春季产生孢子。有些病害在一年中能发生多次侵染，因为病菌一年中能进行多次繁殖。这类病害的潜育期很短，症状表现后不久，病菌就在病组织上产生大量分生孢子，通过各种媒介传播到健康的植物组织上进行第二次侵染。同样，第二次侵染经过不长的潜育期又在受侵植物上产生新的孢子进行第三次侵染。如此不断进行一系列的侵染活动，到生长季节结束时，病菌才潜伏越冬。病菌从越冬的状态开始活动进行的第一次侵染称为初侵染。由于侵染的病植物组织上产生的新的孢子经风、雨或昆虫等媒介传播到健康植物组织上进行的第二次侵染以及后来继续发生的一系列侵染都称为再侵染。

植物病害从一个生长季节开始发生到下一个生长季节再度发生要经过一次或多次侵染过程。这些侵染过程由病原体的传播和潜伏越冬串联起来成为一个连续不断的链条。这个周而复始的过程称为侵染循环或侵染链。它是研究植物病害发生和发展规律的重要内容。

四、病植物的病理变化

植物受病原体侵染后，在生理上、组织上和形态上产生一系列的变化，这些变化称为病变。它们在病植物中显然是互相联系的，任何一种病变可以引起其他一种或二种变化。一般说来，首先发生的是生理上的病变，然后引起组织结构上的病变，组织结构上的病变又是形态上病变的基础。

病变是由损伤或病原物的刺激引起的。关于病原物的刺激作用，将在病原物的寄生性和致病性一章中叙述。抗病寄主对侵染的反应同感病寄主的反应有程度上或本质上的差异，