

植物病害诊断

(第二版)

陆家云 主编

中国农业出版社

植 物 病 害 诊 断

(第 二 版)

陆家云 主编

中 国 农 业 出 版 社

植物病害诊断

(第二版)

陆家云 主编

* * *

责任编辑 胡志江

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号 100026)

新华书店北京发行所发行 北京科技印刷厂印刷

787mm×1092mm16开本 31.25印张 725千字

1997年9月第2版 1997年9月第2版北京第1次印刷

印数 1—3000册 定价 40.00元

ISBN 7-109-04621-4/Q·295

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

再 版 前 言

《植物病害诊断》自1978年出版以来,深受广大读者欢迎,经过三次印刷,仍未能满足要求。时至今日,该书内容明显落后于科学发展,在此前提下,我们重新组织人员,参考近年来的文献资料,进行了较大的增改,以期尽量反映当今国内外研究的进展。

本书共分两篇,第一篇着重介绍各类病原生物的一般性状、形态特征、分类地位及其所致病害的症状。第二篇以作物为主,列举了各种作物的常见病害,对这些病害的主要为害部位及为害状作了简单描述。诊断某一病害时,可以先参阅第二篇内容,根据症状,作出初步诊断;再进一步查阅第一篇内容,对病原物进行鉴定。

本次修改,主要针对第一篇的内容。病原真菌鉴定内容按目前国际上采用的安思沃斯(Ainsworth)分类系统(1983)进行了全面修改,由原来描述的146个属,增至227个属,对炭疽菌属、尾孢属及长蠕孢属等变动较大的属作了重新调整。植物病原细菌部分按伯杰细菌手册(Bergey's Manual of Determinative Bacteriology)第9版(1994)和伯杰系统细菌学手册(第2卷)(1992)编写,由原来的6个属增至10个属。对类菌体(MLO)的分类地位也做了调整,并增加了一章新的内容——植物菌原体病害。植物病毒病害按1992年国际病毒命名委员会的分类系统,介绍了32个植物病毒组。植物线虫和寄生植物的内容也有较大幅度的增加,分别由原来的18个属、3个属增至25个属和9个属。

参加本书第一版编写的有陆家云(第一篇:一、二章)、许志刚(第一篇:三、四、五章)、任欣正(第一篇:六章);第二篇的编写是参照原南京农学院植保系植物病理教研组编的《植物病原真菌和病害鉴定手册》第二部分:植物病害鉴定(1965)修改完成的。参加第二版修订工作的有郑小波(鞭毛菌、接合菌亚门真菌及其所致病害)、曹以勤(子囊菌、半知菌亚门真菌及其所致病害)、湛多仁(非侵染性病害、担子菌及线虫所致病害)、许志刚(植物细菌病害、病毒病害及寄生植物)、陈永萱(植物菌原体病害);程瑚瑞审阅了植物线虫病害的全部内容,林茂松对线虫病害的防治提出修改意见。曹以勤协助核对并编写索引、目录,张燕华绘制插图。

由于时间仓促和编者水平有限,书中难免存在遗漏和错误,敬希读者提出批评和指正。

陆家云

1995年10月

目 录

第一篇 植物病原生物鉴定

第一章 植物病害的类型	3
第一节 非侵染性病害	3
第二节 侵染性病害	5
第二章 植物真菌病害	7
第一节 真菌的一般性状	7
第二节 鞭毛菌及其所致病害	9
第三节 接合菌及其所致病害	29
第四节 子囊菌及其所致病害	32
第五节 担子菌及其所致病害	78
第六节 半知菌及其所致病害	118
第三章 植物细菌病害	228
第一节 引言	228
第二节 植物病原细菌的一般性状	228
第三节 侵染与传播	230
第四节 植物病原细菌的分类与鉴定	233
第五节 植物病原细菌的主要类群	239
第六节 植物细菌病害的诊断	256
第七节 植物病原细菌的噬菌体	261
第四章 植物菌原体病害	264
第五章 植物病毒病害	277
第一节 病毒概述	277
第二节 植物病毒的一般性状	278
第三节 植物病毒病的症状	283
第四节 植物病毒的传播与传染	286
第五节 植物病毒的分类	290
第六节 植物病毒的诊断与鉴定	309
第七节 植物病毒病的防治	312
第六章 植物线虫病害	314
第一节 植物线虫的形态结构	315
第二节 植物线虫的寄生性和致病性	320
第三节 植物线虫的生活史	321
第四节 植物线虫的主要类型	322
第五节 植物线虫的初步鉴定	355

第六节 植物线虫病的防治	359
第七章 寄生植物	361
第一节 寄生植物的寄生性	361
第二节 繁殖与传播	362
第三节 寄生植物的主要类群	362

第二篇 常见植物病害识别

水稻病害	373
小麦病害	377
大麦病害	380
燕麦病害	382
玉米病害	383
高粱病害	385
谷子病害	387
其他禾本科植物病害	388
马铃薯病害	389
甘薯病害	391
荞麦病害	393
棉花病害	393
红麻病害	396
黄麻病害	397
苘麻病害	399
苧麻病害	399
大麻病害	400
亚麻病害	401
剑麻病害	402
烟草病害	402
甘蔗病害	405
甜菜病害	407
芝麻病害	408
向日葵病害	409
大豆病害	410
花生病害	413
十字花科植物（油菜、白菜、大白菜、甘蓝、萝卜）病害	415
蚕豆病害	417
豌豆病害	419
绿豆病害	420
小豆病害	421
菜豆病害	421
豇豆病害	423
扁豆病害	424

刀豆病害	424
瓜类(黄瓜、南瓜、西瓜、甜瓜、冬瓜)病害	425
番茄病害	427
茄子病害	430
辣椒病害	431
葱姜类病害	432
菠菜病害	433
茼蒿、莴苣病害	434
胡萝卜病害	435
芹菜病害	435
石刁柏病害	436
蕹菜病害	436
山药病害	436
豆薯病害	437
芋病害	437
苋菜及马齿苋病害	437
慈菇病害	438
荸荠病害	438
食用菌病害	438
牧草及绿肥作物病害	439
桃病害	441
梅、杏病害	444
李病害	445
樱桃病害	446
苹果病害	447
山楂病害	453
草莓、蔷薇、月季等病害	454
梨病害	455
葡萄病害	458
柑桔病害	461
枇杷病害	463
柿、枣病害	464
石榴病害	465
香蕉病害	465
茶病害	466
桑病害	467
核桃、板栗、栎等树木病害	468
药用植物病害	473
观赏植物病害	476
热带作物病害	480
病原生物属名索引	484
植物病毒组名索引	488

第一篇 植物病原生物鉴定

第一章 植物病害的类型

植物受不适宜的环境条件或其他生物的侵染，生理活动、组织结构等出现异常，经过一定的病理程序，分别引起非侵染性病害和侵染性病害。从生产和经济观点上看，有些呈现异常状态的植物，如茭白黑粉病，受害茎基膨大，食用价值提高；郁金香感染病毒后引起碎锦病，提高了观赏价值；弱光照下栽培的非黄、葱白，经济价值反而提高；这些通常不归属植物病害。植物病害与伤害不同，伤害是由外界机械创伤引起，短时间内突然发生，没有病理变化过程，如风害、雹害、虫伤、动物咬伤以及器械损伤等，不能称作植物病害。

第一节 非侵染性病害

植物的非侵染性病害是由不适宜的环境条件引起的，不同的植物和同一种植物的不同状况对不良环境因素的反应不同，在日常遇到的植物病害中，很多是非侵染性病害。一旦环境条件恢复正常后，非侵染性病害停止发展，有时还可恢复正常。非侵染性病害还可以减低植物对病原生物的抵抗能力，而成为诱发侵染性病害发生的原因。甘薯受冻后，容易诱发软腐病；苹果树枝干受冻后，黑腐皮壳菌易侵入而引起腐烂病。反之，由于侵染性病害的发生，而诱发非侵染性病害的例子也不少，苹果多种叶斑病引起早期落叶，影响树势，导致苹果树易遭受冻害、霜害。

引起植物非侵染性病害的环境因素很多，如温度、水分、光照、氧以及营养元素失调等。

一、温度不适宜引起的病害

植物生长有它的最低、最适和最高温度，当超过或低于该植物生长发育的临界温度，并持续一段时间，则引起不同程度的损害，如低温引起水稻烂秧，高温引起果树树皮和果实的灼伤。不同的植株对温度的反映不同，番茄、柑桔和一些热带植物，在高温下生长很好，气温接近冰点时，容易遭受损伤；而小麦、甘蓝能在低温下正常生长，不会遭受损害。同一种植物不同生育期对临界温度的耐力不同，老的植株比幼株耐低温；同一植物不同器官在同一低温下，对温度的敏感程度各异，芽比小枝敏感，花和初生幼果比叶片易受低温损害。

(一) 高温引起的病害 苹果、番茄、辣椒等肉质果实暴露阳光的那一面，容易形成水渍状至褐色斑块，最后形成凹陷疤痕；西瓜呈现灰褐色大斑块，引起果肉变质；烟草、瓜类叶片在酷热下引起叶片焦枯。高温有时伴随干旱，出现一定速度的干热风，使正值抽穗开花灌浆的禾谷类作物植株大量失水，蒸腾作用增大，结实率下降，表现出青枯或早衰。高温对植物损害的机制是使某些酶系统失活，植株生理机能失常，有时导致植株蛋白质变性

和凝固，破坏细胞膜，引起细胞死亡。

(二) 低温引起的病害 夜间气温降至 15℃ 以下，黄瓜叶尖下垂，叶缘皱缩，缺刻深，叶身变长；番茄出现手掌形叶片。气温低于 6℃，引起水稻烂秧；晚稻幼穗分化期至扬花期，气温低于 20℃，花粉粒发育不正常，穗而不实，形成“翘头穗”。晚霜引起烟株幼龄分化组织变白直至死亡，发育的叶片收缩，叶尖和叶缘呈黄白色；受冻害的麦苗呈水渍状、半透明，麦叶墨绿色、下垂，最后幼苗腐烂；受冻的果树枝干出现皮裂和溃疡，可深达木质部而变成黑色。冷害和霜、冻害的程度取决于降温时间、降温强度和持续时间，降温时间愈早、强度愈大、持续时间愈长，植物受害也愈重；若冷空气过后气温急剧回升，对植物的为害更重。低温主要导致植物细胞间隙和细胞内的水结成冰，引起细胞死亡。气温在 0℃ 左右时，细胞间隙少量纯水冻结；细胞内水的冰点依据细胞内水中所含溶质的性质和浓度而异。低温下细胞间隙中少量的水冻结，细胞内水分渗入到细胞间隙而结成冰，细胞内含水量不断减少，原生质脱水而凝结，原生质膜受到不断结成的冰晶体的挤压，引起细胞死亡；气温上升，细胞间隙内的冰晶体溶化而不能被原生质吸收，因此加速细胞溃解。

二、水分失调引起的病害

土壤干旱，有效水的总含量长期不能弥补植物蒸腾所丧失的水分或低于植物正常生长发育所需的水分，导致植物光合作用降低、呼吸作用增强和原生质脱水等，植株生长发育受阻，引起萎蔫、落花、落果、整株枯萎直至死亡；坡地、薄土层或砂土地表现更严重。盐碱地或土壤中含某些有毒物质，虽其土壤中有效水含量不低，因植株根系生长发育受阻或中毒，根系降低或丧失吸水能力，也会引起死亡。土壤长期积水，供氧不足，植株根系浅细，根细胞窒息、变色、溃解，地上部叶片枯黄、落叶、落花、落果直至整株死亡。水分供应不匀，如番茄生长后期处于干旱或根部严重受伤，植株缺水，叶片渗透压大于果实，果实水分向叶片转移，果实脐部细胞失水出现暗褐色凹陷，引发脐腐病；如前期干旱后期水涝，根、茎和果实生长前期缺少，外皮伸缩性小，后期雨水多，供水量大，引起根菜类、马铃薯块茎、茄果类果实的爆裂。

三、光照不足引起的病害

弱光阻碍阳性植物的叶绿素形成和节间的生长，出现叶色淡绿、叶小，不开展；植株生长势弱、细长易倒伏；花芽因植株体内养分供应不足而早落，引起黄化。

四、氧供应不足引起的病害

土壤缺氧，致使土壤通气不良，主要与土壤长期积水或秧田施入大量未腐熟的有机肥有关。缺氧往往与高温有关，贮运中的马铃薯块茎由于呼吸作用而提高温度，加之通风不良而缺氧，块茎中心部位细胞呼吸加速，促使温度升高，高温缺氧下的异常氧化反应，使块茎中正常成分转化成黑色素，散布到块茎组织周围形成黑心病。

五、营养条件不适宜引起的病害

土壤中缺少某些营养物质，可以引起植物失绿、变色和组织死亡等症状。各种营养物

质中，氮、磷、钾三要素最重要，缺氮的主要症状是失绿，缺磷引起植物变色，缺钾可使组织枯死。此外，缺铁亦引起失绿，缺锰、硼、锌、铜、钼等微量元素也可以发生变色、畸形和组织死亡等症状。

六、环境污染引起的病害

工业生产、采矿和垃圾处理过程中产生多种有害物质，释放到大气层中或在排放的废水中流入土壤内，此类有害物质超过了空气和土壤的自净能力的限度时，则造成环境污染。空气中污染的物质常见的有硫化物、氮化物和过氧乙酰基硝酸脂等，主要来自工厂烟囱群、汽车和内燃机排出的废气，通过叶片气孔进入植株体内，在叶片或地上部出现急性或慢性症状，表现各种条点、斑驳、褪绿、褐色或黑色病斑，以及落叶、植株矮化等。例如空气中二氧化硫浓度达到 0.4ppm 时，7 小时后紫花苜蓿即可表现中毒症状。二氧化硫与空气中水蒸气微粒相结合形成酸微滴（酸雨），引起严重的为害。

七、盐 害

沿海与内陆盐渍地区，土壤中可溶性氯化钠、硫酸钠、氯化钙和氯化镁等中性盐类含量过高，致使土壤溶液的浓度和渗透压升高，影响根系对土壤水分和养分的正常吸收，甚至根部细胞内水分外渗，出现植株生理干旱现象。由于土壤溶液中交换的钠离子过多形成碳酸钙等而变成强碱性，破坏土壤理化性状使之板结。盐碱土使植株体内缺水并破坏根系的选择吸收，导致幼苗黄化或成株矮化，叶片细小，叶尖和叶缘焦枯，整株萎蔫至死亡。盐碱土干扰根系对磷酸盐、铁、锌等必需元素的吸收，引起植物多种缺乏症。

八、农药施用不当引起的药害

农药施用浓度过高、用量过大以及几种农药混用不当时，植物出现急性或慢性药害。急性药害常在施药后 2—5 天内，幼嫩组织首先出现症状，如叶畸形、变黄、脱落或形成焦斑，茎硬化直至整株死亡。慢性药害引起根系畸形，植株生长发育缓慢，叶片黄化脱落，花少、果小以及子粒不饱满。

第二节 侵染性病害

由生物侵染引起的植物病害称**侵染性病害**（或**传染性病害**）。引起植物病害的生物称**病原生物**（或称**病原物**、**病原体**），主要包括真菌、细菌、病毒、线虫和寄生性种子植物。根据病原生物将侵染性病害分为真菌病害、细菌病害、病毒病害、线虫病害及寄生性种子植物引起的病害等。

侵染性病害的诊断应从寄主植物、病植物所处的环境条件和病原物三方面着手；病原物的鉴定则随病原物种类不同而异。真菌主要根据形态进行分类鉴定，通常在病组织表面可见到真菌产生孢子的繁殖体，又称**子实体**，根据子实体的形态特征，可确定该类病原物的分类地位。有时在田间病株上不能立即见到子实体，则可将病组织取回，在实验室进行保湿培养或分离培养，获得纯培养后再进行鉴定。植物细菌病害的简便鉴别方法是，首先

对光观察病叶，病斑边缘是否呈油浸状或透明状，切取小块病组织，在低倍显微镜下观察，如见有大量细菌从组织内受害部分溢出，可初步确定是细菌病害。植物病毒病害主要根据植株发病后表现出的失绿、畸形等特殊症状，同时受害部位不形成子实体，见不到细菌溢，也分离不到真菌或细菌，可以初步诊断。线虫病害及寄生性种子植物引起的病害，可在受害组织上检查到病原线虫或寄生性种子植物。

第二章 植物真菌病害

第一节 真菌的一般性状

真菌具有细胞核，属于真核生物。真菌与粘菌分别组成真菌门及粘菌门，均归入菌物界。长期以来真菌一直被认为是植物，属于植物界的菌藻植物门、菌类植物亚门。真菌没有分化的根、茎、叶，不具有维管束，细胞内不含叶绿素或其它能营光合作用的色素，不能综合自身所需的营养物，而是以吸收方式吸取养分；因此，真菌不属于自养的植物界，而是一类异养生物。

真菌在自然界分布很广，据估计已知真菌有 10 万多种，1 万多属。在植物病害中，真菌病害种类最多，约有 3 万种；每种作物上都可以发现几种甚至几十种真菌病害，如水稻上发现的真菌病害在 200 种以上，其中常见的真菌病害有 30 种以上。各类作物常见的锈病、黑粉病、白粉病和霜霉病都是真菌引起的。植物病理学的研究最早是从研究植物病原真菌开始的。真菌除了为害植物外，有少数真菌还可以为害人类及动物，引起各种皮肤病及各种器官的病害。

许多真菌对人类是有益的，例如一些食用菌——蘑菇、香菇、黑木耳，药用菌——灵芝、猴头、银耳等，属于真菌门的担子菌亚门。医药上常用的抗菌素——青霉素、头孢霉素等是某些真菌经发酵而形成的代谢产物。其它一些食品工业产品如酒、酱油、发酵制品等也都与真菌密切相关。

真菌的营养体呈丝状，称作**菌丝**。菌丝可以分枝，许多菌丝团聚在一起，称为**菌丝体**。低等真菌的菌丝没有隔膜，称**无隔菌丝**，高等真菌的菌丝都具有隔膜，称**有隔菌丝**。少数低等真菌的营养体不呈丝状，是一团裸露的原生质、没有细胞壁的变形体。真菌的菌丝可以形成各种菌组织：**疏丝组织**，是一种由菌丝结合较松的组织，疏丝组织中的菌丝细胞还可以分辨出来，多呈长形细胞状；**拟薄壁组织**，菌丝结合紧密，菌丝细胞间相互挤压后呈圆形或多角形，类似高等植物的薄壁组织。上述两种菌组织又可形成各种菌丝的变态：**菌核**，是一种坚硬、颗粒状、能抵御不良环境的休眠体，当环境条件适宜时，菌核萌发产生新的营养体或繁殖体；**子座**，一种坚硬的垫状组织，可以度过不良的环境，更重要的是子座可以形成各种子实体（真菌产生孢子的机构）；**菌丝束（根状菌索）**，许多高等真菌菌丝体纠结后形成的菌丝组织，呈绳索状，外形与高等植物的根相似，可以抵抗不良的环境。

真菌的繁殖能力很强，繁殖方式很多，各类真菌的繁殖方式将在讨论各种病原真菌时阐述。真菌的无性繁殖，不经过有性生殖过程就能产生各种类型的孢子，直接从营养体上形成的：**孢囊孢子**，产生在孢子囊内的一种孢子，孢子囊和孢囊孢子的形态特征是分类的重要依据。孢子囊中形成的有鞭毛的孢囊孢子，称**游动孢子**；该孢子囊称**游动孢子囊**。分

生孢子是真菌中最常见的一种无性孢子，它的形状、大小、颜色、隔膜数、着生位置及形成方式等是重要的分类依据。分生孢子以菌丝细胞断裂而繁殖的，称**节孢子**；以出芽生殖而形成的称**芽孢子**。**厚垣孢子**，由菌丝顶端或中间的个别细胞膨大、细胞壁增厚而形成的，可以渡过不良的环境，作为真菌的休眠机构。真菌的有性生殖是两个可亲和性的细胞配合，经过质配、核配、减数分裂，产生各种不同的有性孢子；有的真菌减数分裂在产生有性孢子之后进行。有性孢子有：**接合子** [**休眠孢子（囊）**]、**卵孢子**、**接合孢子**、**子囊孢子**和**担（子）孢子**。真菌的无性孢子和有性孢子以及产生这些孢子的子实体在病害的传播和侵染循环中起着重要作用，在真菌病害的诊断中尤为重要。

关于真菌分类的体系，各真菌分类学家意见不一，但大都依据真菌的形态学、细胞学、生物学特性，参照个体发育及系统学发育的研究资料，其中以形态特征为主；除考虑营养体的形态外，有性生殖阶段产生的各种孢子的形态，也是重要的分类依据。本书主要采用安斯沃思（G. C. Ainsworth,）1966、1971、1983的分类系统。真菌门（Eumycota）下分5个亚门：**鞭毛菌亚门（Mastigomycotina）**、**接合菌亚门（Zygomycotina）**、**子囊菌亚门（Ascomycotina）**、**担子菌亚门（Basidiomycotina）**及**半知菌亚门（Deuteromycotina）**。现将安斯沃思1973年的真菌分类体系列表于下：

菌物界（Fungi）

粘菌门（Myxomycota）

真菌门（Eumycota）：下分5个亚门。

鞭毛菌亚门（Mastigomycotina）：下分4个纲

根肿菌纲（Plasmodiomyxetes）

壶菌纲（Chytridiomycetes）

丝壶菌纲（Hyphochytridiomycetes）

卵菌纲（Oomycetes）

接合菌亚门（Zygomycetes）：下分2个纲

接合菌纲（Zygomycetes）

毛菌纲（Trichomycetes）

子囊菌亚门（Ascomycotina）：下分6个纲

半子囊菌纲（Hemiascomycetes）

腔囊菌纲（Loculoascomycetes）

不整囊菌纲（Plectomycetes）

虫囊菌纲（Laboulbeniomyxetes）

核菌纲（Pyrenomycetes）

盘菌纲（Discomycetes）

担子菌亚门（Basidiomycotina）

冬孢菌纲（Teliomycetes）

层菌纲（Hymenomycetes）

腹菌纲（Gastromycetes）

半知菌亚门（Deuteromycotina）

芽孢纲（Blastomycetes）

丝孢纲（Hyphomycetes）

腔孢纲（Coelomycetes）

既然真菌是以形态为主要的分类依据，因此真菌病害的诊断以及病原真菌的鉴定也是主要依据真菌的形态。

大多数植物病原真菌都能在病组织上产生孢子或其它子实体，这对真菌病害的诊断是很有利的，但也有一些病原真菌在被害植株上不产生孢子或子实体。通常情况下，将这类病害标本用清水洗净，置于湿度高的环境下，经过一昼夜，促使病菌产生孢子，以便对病菌作出鉴定。但应注意，如处理不当，往往会有许多腐生菌（包括细菌、真菌等）伴随生长，鉴定时应加以区分。有些真菌病害标本，表面不易看到孢子或其它子实体，虽经过保湿培养也未形成孢子，则需进一步作分离培养，才能作出诊断。严格的说，分离到病菌后，应进一步做接种试验，待接种体表现与原来相同的症状，并能再分离到相同的病原物，这时作出的鉴定就比较可靠。

第二节 鞭毛菌及其所致病害

鞭毛菌亚门（Mastigomycotina）真菌是较低等的真菌，共同的特征是产生具鞭毛、能游动、不具细胞壁的游动孢子。低等水生鞭毛菌多生活在水中的有机物残体上或寄生在水生动物植物上。比较高等的鞭毛菌生活在土壤中，常引起植物根部和茎基部的腐烂与苗期猝倒病。具陆生习性的高等鞭毛菌可以侵害植物的地上部，其中许多是专性寄生菌，引起极为重要的植物病害，如霜霉病、白锈病和疫病等。

鞭毛菌的营养体形态变化较复杂，从单细胞球形、近球形、变形体状至发达的无隔菌丝体。营养体为球形、近球形单细胞的，有相当一部分具假根或根状菌丝。除变形体状营养体外，鞭毛菌营养体具细胞壁，主要成分为几丁质或纤维素。无性繁殖产生游动孢子囊，可释放出游动孢子。游动孢子具1—2根鞭毛，鞭毛类型包括茸鞭和尾鞭。鞭毛的类型、数目及其着生位置是重要的分类依据。有性生殖的交配方式较复杂，包括游动孢子结合、游动精子与藏卵器结合、雄器和藏卵器结合等方式。有性孢子为休眠孢子囊和卵孢子。

鞭毛菌亚门主要根据游动孢子的特征分为4个纲，约含10个目，190个属，1100种。根肿菌纲（Plasmodiophoromycetes）真菌的游动孢子前端具有长短不等的两根尾鞭，营养体为无细胞壁的原质团，呈变形体状，有性生殖产生休眠孢子囊。全部为寄主细胞内寄生，寄生高等植物、藻类及水生真菌，常引起细胞畸形增大和组织增生形成瘤肿。本纲只有一个根肿菌目（Plasmodiophorales），约10个属，常见的有根肿菌属（*Plasmodiophora*）、球壶菌属（*Sorosphaera*）、粉痂菌属（*Spongospora*）和多粘菌属（*Polymyxa*）等。壶菌纲（Chytridiomycetes）真菌的游动孢子后端有一根尾鞭。较低等的壶菌营养体为球形或近球形、单细胞，有的具假根或根状菌丝，较高等的为无隔菌丝体，有性生殖产生休眠孢子囊或卵孢子。大多是淡水里的藻类、花粉和水生小动物的寄生物，仅少数属寄生经济植物，如节壶菌属（*Physoderma*）、集壶菌属（*Synchytrium*）、尾囊壶菌属（*Urophlyctis*）、油壶菌属（*Olpidium*）等。卵菌纲（Oomycetes）真菌的游动孢子具一根茸鞭和一根尾鞭，营养体大多为发达的无隔菌丝体，游动孢子囊为棍棒形、近球形至柠檬形，有性生殖是由藏卵器和雄器交配的卵配生殖，有性孢子为卵孢子。生活习性为水生、水陆两栖和陆生，营养方式包括腐生、兼性寄生和专性寄生，是一类十分重要的植物病原菌。常见的有水霉目（Sapro-

legniales) 和霜霉目 (Peronosporales)。

低等鞭毛菌, 如根肿菌纲和壶菌纲真菌寄生高等植物引起的重要病害不多, 较常见的如十字花科植物根肿病 (*Plasmodiophora brassicae*)、马铃薯粉痂病 (*Spongospora subterranea*)、玉米褐斑病 (*Physoderma maydis*)、紫云英结痂病 (*Urophlyctis trifolii*)、马铃薯癌肿病 (*Synchytrium endobioticum*)、十字花科植物幼苗猝倒病 (*Olpidium brassicae*) 等, 其中多数危害植物后引起细胞膨大和细胞过度分裂, 使植物产生局部的肿瘤等症状, 在病害诊断上有一定的作用。由于这些病菌通常存活于土壤中, 因此通常侵染植物的地下部分, 其初侵染源一般都是土壤中的休眠孢子囊 (休眠孢子)。休眠孢子囊对不良环境的抵抗能力较强, 可存活多年, 给病害的防治增加了困难。土壤过分潮湿条件下发生较重, 病菌随水分和土壤的移动而传播。

卵菌是鞭毛菌中最重要的一类病原真菌。低等的卵菌如水霉目真菌大都生活于池塘、小溪或潮湿土壤中, 大多腐生, 有的可为害高等植物或鱼类。如寄生水霉 (*Saprolegnia parasitica*) 可引起鱼及鱼卵的疾病; 丝囊霉属 (*Aphanomyces* spp.) 引起甜菜、豌豆、萝卜等蔬菜的根腐; 稻绵霉 (*Achlya oryzae*) 引起水稻烂秧。由于这些真菌的菌丝体发达, 当大量菌丝生长于基物表面在水中漂浮时呈棉絮状, 较易识别。较高等的卵菌, 如霜霉目中的腐霉菌 (*Pythium*) 与疫霉菌 (*Phytophthora*) 大多生存于土壤中, 为两栖性的, 兼性寄生或腐生, 有少数种尚不能在人工培养基上培养。大多为害植物的根和近地面的茎, 引起根腐和猝倒, 有的可侵害地上部分。在潮湿条件下, 这类病害的受害部出现的常见病征为大量棉絮状的白色菌体, 其中较高等的如部分疫霉菌在病斑表面出现类似霜霉菌的病征。高等的卵菌如霜霉菌、白锈菌、霜疫霉菌, 大多具有陆生或近似于陆生的习性, 寄生性较强, 大多为专性寄生。主要为害叶片和花序等地上部位, 引起叶斑、组织膨大等症状。霜霉菌引起的病害通称霜霉病, 潮湿条件下通常在叶斑背面出现近白色的霜状霉层, 为病菌的孢子囊和孢囊梗, 病斑正面通常呈黄色角斑, 边缘不明显。白锈菌为害植物症状呈白色疱状, 常见于叶片上, 白色疱状物内是病菌的孢子堆。这两类病害较容易诊断。在潮湿条件下, 卵菌所致病害通常具较明显的病征, 挑取病部表面的菌体制成临时玻片, 可观察到病菌的孢子囊、孢囊梗或菌丝体, 对病害的诊断十分有帮助。但要观察霜霉菌、白锈菌的卵孢子, 需将病组织进行徒手切片, 在乳酚油中加热进行组织透明后, 才能清楚地观察到组织内的卵孢子。卵菌所引起的病害, 一般以越冬卵孢子萌发引起初侵染, 有的以菌丝体和孢子囊在病残体中越冬作为初侵染源。由初侵染产生的病斑上形成大量的孢子囊并释放游动孢子, 借雨水或气流传播。当环境适宜时, 病菌的潜育期短, 通常仅需数日, 再侵染的次数较多, 因此短时期内造成大面积范围内蔓延为害, 引起病害流行。卵菌所致病害的发生一般要求较高的湿度, 如植物许多疫病和霜霉病, 在持续阴雨天气、高湿多雨季节发生较重。

鞭毛菌亚门常见植物病原真菌分属检索表列下, 并将重要植物病原菌介绍于后。

鞭毛菌亚门 (Mastigomycotina) 重要植物病原菌分属检索表

1. 营养体为变形体、近球形或不发达菌丝体, 游动孢子具尾鞭式鞭毛, 不具茸鞭式鞭毛, 有性生殖产生休眠孢子囊 2
1. 营养体多为发达的无隔菌丝体, 游动孢子具一根茸鞭式和一根尾鞭式鞭毛, 有性生殖产生卵孢子