

作物保护学

(试用教材)

上册

湖南师院 广东师院 生物系合编
华中师院 武汉师院

一九七七年二月

毛 主 席 语 录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

同病虫害作斗争。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

教材要彻底改革。

绪 论

病、虫、杂草是农业生产的大敌。病虫害的种类繁多，危害严重，人类所栽培的经济作物几乎没有一种能够倖免。栽培历史悠久的主要经济作物病、虫种类就更多。例如我国水稻上的病害有40多种，害虫250多种，棉花上的害虫有300多种。

在“长夜难明赤县天”的旧中国，由于帝国主义、封建主义和官僚资本主义三座大山在政治上和经济上的残酷压迫和剥削，使农民极端贫困，无力进行病虫害防治、灾害蔓延，田园荒芜，民不聊生。1938年，国民党反动派炸毁了郑州附近的花园口黄河大堤，洪水淹没了河南、安徽、江苏三省五万平方公里的农田，使这些地方芦苇杂草丛生，成为新的飞蝗发生基地，连年发生严重蝗灾；南方稻区，由于螟虫为害，一般年份都损失在一成半以上，有的甚至完全失收。

“一唱雄鸡天下白”。解放以后，伟大领袖和导师毛主席对病虫害的防治工作十分重视，1956年毛主席亲自主持制定了《全国农业发展纲要》。规定“……在一切可能的地方，基本上消灭为害农作物最严重的虫害和病害，例如蝗虫、稻螟虫、粘虫、玉米螟虫、棉蚜虫、棉红蜘蛛、棉红铃虫、小麦吸浆虫、麦类黑穗病、小麦线虫病、甘薯黑斑病等；同时，防治其他危险性的病害、虫害、杂草的传播蔓延。各地区应当把其他可能消灭的主要虫害和病害，列入计划消灭之内。为此，必须加强植物保护工作和植物检疫工作”。

1958年，毛主席又为我们制定了光辉的农业“八字宪法”——土、肥、水、种、密、保、管、工。“八字宪法”最完整、最科学、最精辟地总结了农业生产的客观规律，它是农业增产的根本大法，是科学种田的纲领，“八字宪法”中的每个字都有特定的含义，但他们又是互相联系的、互相制约和互相促进的。其中的“保”字是丰产必不可少的措施，而其他几个字同时也是“保”字的重要内容。

毛主席、党中央不但为我们制定了整个社会主义历史阶段的基本路线，而且为各条战线具体工作规定了具体方针和政策。党中央为植保工作制订了“预防为主、综合防治”的方针。这个方针总结了我国劳动人民长期与病、虫、杂草斗争的经验，吸取了世界各国在植保工作中的教训。它深刻地揭示了植保工作的客观规律，反映了广大群众的意愿和要求。方针从农业生产的全局出发，根据病虫害与耕作制度、有益生物和周围环境各种因素的辩证关系，指明了合理应用各种防治措施，经济、安全、有效地控制病虫害危害的方向，以达到增产增收的目的。

“路线是个纲，纲举目张”。在毛主席革命路线指引下，农业学大寨群众运动正在蓬勃发展，农业“八字宪法”逐步得到贯彻，各级党委进一步加强对植保工作的领导，四级（县公社、大队，生产队）病虫测报网正在逐步完善，一支以贫下中农为主体的植保队伍正在茁壮成长。群众性防治农作物病虫害工作不断地向纵深发展。植物保护科学实验广泛开展，防

治方法，防治水平日益提高。一些为害粮、棉严重的病虫害已经显著减轻，《全国农业发展纲要》中规定消灭其危害的11种病虫害，已有飞蝗、小麦吸浆虫、小麦线虫病、小麦黑穗病以及北部棉区的红铃虫基本消灭危害；稻螟、棉蚜、棉红蜘蛛、粘虫、甘薯黑斑病等也已在大部分地区控制了其危害。植保工作的开展，对保证我国连年农业丰收起了很大的作用，如湖北省一九七四年通过防治病虫害挽回粮食、皮棉占总产的百分之五和百分之十五。

1975年全国植保工作会议制订的五年至十年规划中指出：“到1980年内要全部实现《农业发展纲要》规定的要求，基本消灭十一种病虫害的危害。对危害严重，已有一定防治办法的稻瘟病、稻纹枯病、小麦条（秆）锈病、玉米大、小斑病、马铃薯环腐病、棉花枯萎病、油菜菌核病、大豆食心虫、高粱蚜、地下害虫等七病三虫要基本消灭危害；对危害严重，防治方法尚不很完善的水稻白叶枯病、小麦叶锈病、小麦赤霉病、稻麦病毒病、玉米丝黑穗病、棉黄萎病、稻飞虱、稻叶蝉、稻瘿蚊、稻纵卷叶螟、棉铃虫等六病五虫，要尽快找出有效防治措施，到1980年以前控制其危害。1985年基本消灭危害。化学除草面积，到1980年要求达到两亿伍千万亩”。

当前，整个农业战线和全国其他各条战线一样，“到处莺歌燕舞”，呈现一派大干快上的大好形势，为了保证农业生产的更大丰收，植保工作必须紧紧跟上。我们一定要继承毛主席的遗志，坚持以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，坚持无产阶级专政下的继续革命，认真攻读马、列和毛主席著作，巩固和发展无产阶级文化大革命和教育革命的伟大成果。我们一定要最紧密地团结在以华主席为首的党中央周围，在党的一元化领导下，努力完成1975年全国植保工作会议制定的五至十年规划，为农业学大寨，普及大寨县作贡献，为夺取社会主义革命和社会主义建设的新胜利而努力奋斗！

目 录

绪 论

第一章 农作物病害基础知识

第一节	农作物病害的基本概念	1
第二节	农作物病害的病原物及其分类	3
第三节	作物病害的发生过程	30
第四节	病害的简易诊断	35
第五节	农作物病害标本的采集和制作	37

第二章 农作物害虫防治的基础知识

第一节	昆虫的外部形态	40
第二节	昆虫的内部构造及生理	62
第三节	昆虫的主要生物学特性	72
第四篇	农作物害虫的发生与环境条件的关系	79
第五节	昆虫的分类	86

第三章 农作物病虫害的预测预报

第一节	农作物病虫害预测预报的意义	122
第二节	农作物病虫害预测预报的种类和内容	122
第三节	病虫害预测预报的基本原理和方法	123
第四节	病虫害的调查	126

第四章 农作物病虫害的综合防治

第一节	综合防治的概念和意义	131
第二节	植物检疫	133
第三节	农业防止	134
第四节	化学防止	137
第五节	生物防止	182
第六节	物理、机械防治	206

第一章 农作物病害基础知识

第一节 农作物病害的基本概念

一、农作物病害的定义

在作物生长发育和贮存过程中，由于遭到病原生物的侵染，或者环境条件不适宜，使作物正常的生长发育受到影响，从组织结构到生理机能发生一系列的变化和破坏，以至在形态上呈现反常现象，作物就发生了病害。作物生病的结果，造成产量下降，质量变坏，严重时引起作物成片死亡。如水稻烂秧、禾叶上产生的大小斑点、棉桃霉烂、红薯贮藏期间的腐烂……等，都是农作物表现出来的病害。

作物病害的发生有一定的发病过程叫病理程序。我们常以病理程序的有无作为区别病害和机械损伤的标志。机械损伤没有病理程序，就不能算病害。我们学习和研究农作物病害的目的，就是为了掌握病害发生发展的规律，加强综合防治措施，减少和控制农作物病害造成的损失，以夺取农业生产的更大丰收。

二、作物病害的症状

作物生病后，形态结构和生理机能发生一系列的不正常变化，这种反常的现象称病害的症状。作物病害的症状，包括病状和病征。病状是指作物得病后，其本身所表现的反常现象。病征是指引起作物发病的病原物在病部所表现的特征。各种农作物病害都有一定的症状，归纳起来有下列几种类型。

（一）病状类型

1. 变色 作物受理化因素的影响或病原物的侵染，全株或局部失去正常的颜色，统称变色。如黄化、花叶等。

2. 坏死和腐烂 由于作物的细胞和组织受到破坏而死亡所引起。受害组织的性质不同，表现的类型就有所不同。

坏死型

（1）斑点 作物的根、茎、叶、花、果实受病部位坏死后，从而产生各种形状和颜色的斑点，如黑斑、褐斑、灰斑等。这是作物生病后最常见的一种病状。

（2）枯焦 作物受病后全部或局部变色，迅速枯焦死亡。如稻瘟病迅速蔓延时，感病品种的叶片迅速枯焦死亡。

（3）疮痂 受病组织木栓化，形成粗糙的表面，凸出龟裂，或凹陷，如柑桔的疮痂病。

（4）溃疡 树木茎干的皮层受病腐烂，以后开裂下陷，边缘木栓化，如杨树干癌病。

腐烂型 是由于病原物所分泌的果胶酶使作物组织的细胞中胶层溶解，细胞解体，组织崩溃，细胞液外流而引起的。根据病组织的性质不同，腐烂分湿腐和干腐两类。作物含水较

多的组织受病后往往产生湿腐，如油菜菌核病、甘薯软腐病等；含水分较少的组织，或组织受病后很快失水的，则引起干腐，如甘薯干腐病、木材腐烂等。

3.萎蔫 作物茎或根部的维管束受到病原菌的侵染，大量菌体堵塞导管，或者产生毒素，阻碍或破坏导管的水分运输，使茎、叶缺水而萎垂凋枯，如棉花黄、枯萎病、甘薯瘟等。

4.畸形 植物受病原物侵染后，细胞数目增多、生长过度，或生长受到抑制，都可引起畸形。前者称增生型，可引起病部呈现瘤肿、丛生等；后者称矮缩型，可引起植株矮缩、分蘖减少、不抽穗或叶变纤细、缩果等。此外，病部组织由于细胞发育不均衡，部分细胞增生或受抑制，则呈现扭曲、皱缩等畸形现象。

（二）病征的类型 作物病害的病征因不同病原而有不同的表现。生理性病害没有病征，病毒病害也没有病征；寄生性的种子植物为害作物时，很快就可以看到植物体。真菌病害和细菌病害则各有其特殊的病征，归纳起来有下列几种类型。

1.脓状物 这是细菌病害特有的病征，在病部产生的脓状物叫菌脓。菌脓是由大量的细菌和植物汁液溢集而成的，乳白色或淡黄色，干燥后形成箔膜或胶粒。

2.霉状物 作物病部产生各种霉层，如霜霉、绵霉、绿霉、黑霉、红霉等。霉层是由病菌的孢子、孢子梗和菌丝等构成的。

3.粉状物 感病部位产生各种颜色的粉状物，如小麦散黑穗病病穗上产生的黑粉，小麦锈病病斑上的红褐色锈粉。

4.粒状物 感病位产生不同颜色、大小、形状的颗粒状物，有的是针头大小的黑色小粒，不易与病组织分离，是病菌的分生孢子器、子囊壳等所构成；有的是容易从病组织剥落的粒状物。大小形状差异很大，颜色为黑色、褐色或灰褐色等，形状为球形、不规则或鼠粪状，是病菌的菌核。

以上症状都是农作物生病后在病部呈现的不正常现象。症状对作物病害的诊断是很重要的，有不少病害就是根据症状命名的。但是症状不是固定不变的，同一种病原物在不同的植物上，或者在同一种植物的不同生育期，以及不同环境条件的影响，都可表现不同的症状。相反，不同的病原物也可能引起相同的症状，如稻瘟病菌和稻胡麻斑病菌是两种不同的病原真菌，稻胡麻斑病慢性型病斑和稻瘟病褐点型的病斑，都为褐色小点，就比较难区别。因此，要正确的诊断一种病害，除根据症状外，还需要进一步分析原因和鉴定病原物。

三、作物病害发生的原因

作物病害发生的原因称病原，作物病害可以由不适宜的环境条件或者受到其他生物的侵染而引起，前者称非侵染性病害，后者称侵染性病害。侵染性病害和非侵染性病害常常互相影响而加剧病情的严重性，使作物受到很大的损失。如寒流袭击，水稻秧苗受冻，引起烂秧，而秧苗受冻后抵抗力降低，又易引起侵染性绵腐病的发生。在作物病害中，我们将重点学习病原物所引起的侵染性病害。

（一）非侵染性病害

非侵染性病害也叫生理性病害，是由不适宜的环境条件，主要是土壤、肥料和气候条件的不适宜而引起的，这些非生物因素影响或破坏植物的生理机能，没有传染性。

1.施肥不当引起的生理病害 如氨水施用不当时，常使水稻叶片均匀褪色呈鲜黄色，严重时转褐色枯死。早晨露水未干时施用碳酸氢铵等合成肥料，粉粒粘在稻叶上，引起叶片失

水,造成灼伤现象,被害部呈不规则的透明白斑。或在田间缺水时,追施过多的碳酸氢铵,也会引起稻叶发黄或枯白。新鲜绿肥施用过多,翻耕过迟或施得不均匀时,在分解过程中产生大量的还原物质,伤害稻根,而引起生长受阻、叶片发黄和新根很少甚至变黑等症状。

2.土壤中缺少某些营养物质 如水稻缺磷时,叶片呈现深绿色,灰暗无光泽,生长缓慢,植株矮小,严重时抽穗受到抑制或延迟以即“缺磷发僵症”。油菜缺微量元素“硼”时,叶片变成紫红色,质地变厚,根变褐色腐烂,角果小,阴荚多,即“萎缩不实病”。

3.水分失调 干旱可以引起植物叶尖、叶绿或叶脉间的组织枯黄,在极干旱条件下引起枯萎死亡。相反土壤水分过多,植物也可以表现叶片变黄或全株凋萎。如甘薯由于水分供应不均,组织破坏而发生开裂,开裂后造成伤口,又容易引起病原物的侵入而加速腐烂。

4.气候条件的不适宜 植物生长有它最低、最高的和最适宜的温度,超出了它的适应范围,就可引起不同程度的损害。如低温引起水稻烂秧;长期阴雨、日照不足引起的秧苗发黄;强台风可使稻叶尖呈灰白色干枯,干枯部分常有破裂状。

5.植物中毒 空气、土壤和植物的表面存在着对植物有害的物质,可以使植物中毒,引起植物的病害。在工矿区附近,空气中常因从烟囱冒出的烟含有二氧化硫等有毒气体,使作物受到毒害。其症状是生长受抑制,叶片褪色或早落,以致于整株死亡。受烟害的植物,常波及面较广,且与风向的关系密切,受害程度随距烟囱的远近有关,距离愈近,受害程度愈重。另外,施用化学农药,如果施用不当也可引起药害,其症状有焦斑、畸形、青壳等。

(二) 侵染性病害

侵染性病害也叫寄生性病害,是由寄生物侵染引起的病害。引起作物病害的寄生物叫病原生物,简称病原物。这些病原物有真菌、细菌、病毒、线虫及寄生性的种子植物等。

第二节 农作物病害的病原物及其分类

一、病原真菌

真菌是和藻类相近的低等植物,其基本特征是:(1)它的营养体就是菌丝体,没有根、茎、叶的分化,也没有维管束组织。菌丝体是有固定细胞核和细胞壁的丝状体。(2)真菌的细胞内没有叶绿素或其他能营光合作用的色素,不能通过光合作用利用 CO_2 作为碳原,所以真菌是异养的生物。(3)真菌的典型繁殖方式是产生各种类型的无性孢子和有性孢子。

真菌在自然界中的分布很广,已知的真菌估计有十万种以上,大部分是腐生性的,但也有不少可以寄生在动植物上而引起病害。植物病原物中有85%以上是属于真菌类群。每一种作物都有几种或几十种真菌病害。水稻上发现的真菌在200种以上,30余种常见的水稻病害中,有20余种是真菌病害。

(一) 真菌的一般形态

1.菌丝及其构造 真菌的发育过程分营养阶段和繁殖阶段。其典型的营养体是一种微细的丝状体,称为菌丝。菌丝能不断的伸长和分枝,形成成团的菌丝体。名为菌丝体。菌丝通常呈管状,管壁是无色透明的细胞壁,细胞内充满原生质,除细胞核外,还有液泡、脂肪球等内含体。菌丝分有隔菌丝和无隔菌丝。有隔菌丝有隔膜,隔膜上有微孔,各细胞的原生质可以通过隔膜互相贯通,有时甚至细胞核也能穿过隔膜,真菌的营养体是一个整体。低等真菌的菌丝体没有隔膜,整个菌丝成为一个无隔多核体。(图1)

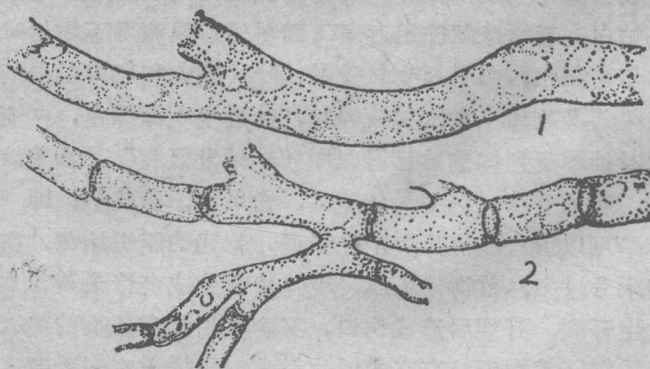


图1 菌丝的形态

1.无隔菌丝；2.有隔菌丝。

真菌的菌丝体是从孢子萌发的芽管发展而成的，但是菌丝的每一部分都潜藏着生长的能力，在适宜的环境下每一小段都能长出新的菌丝体。

菌丝是获得养分的机构，能分泌各种酶，使物质溶解以后，通过其细胞壁吸入体内。菌丝可以寄生在细胞间或细胞内，寄生在细胞间的菌丝体，营养物质必须通过寄主细胞的细胞壁才能被吸收。寄生在细胞内的菌丝体，直接与寄主细胞的原生质接触而吸收养分。

2.菌丝体的变态 某些真菌的菌丝体在一定条件下可以发生变态而形成特殊的机构。这些特殊的机构，对于真菌繁殖、传播以及对不良环境的抵抗，有很大的作用，常见的变态有以下几种。

(1) 菌核 菌核是由菌丝体互相缠结所形成的一种坚硬休眠器官。菌核内部系疏丝组织，外部系拟薄壁组织，表层细胞的颜色较内部为深，细胞壁也较厚。各种菌核的形状、大小、颜色和内部组织紧密的程度，很不一致，菌核中贮存有丰富的养料，故能抵抗低温、干燥等不良环境。(图2，图3) 菌核在适宜的环境条件下，可以萌发形成菌丝体，或者萌发为长孢子的子实体。

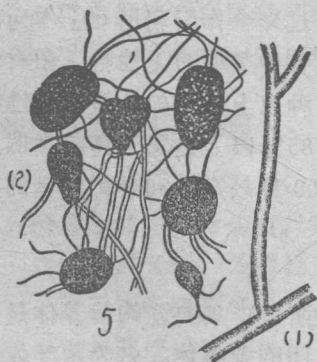


图2 菌丝的形态

1.菌丝；2.菌核。

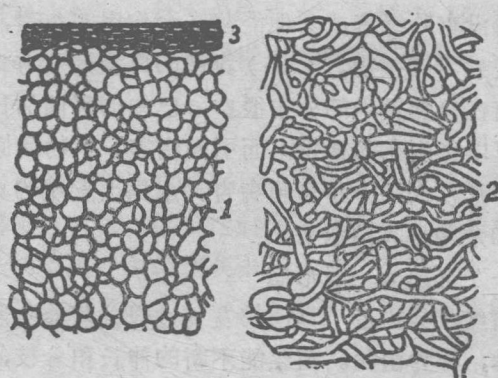


图3 菌核的构造示两种菌组织

1.边层的拟菌壁组织；2.内部的疏丝组织；
3.菌核的皮层。

(2) 吸器 若干种寄生真菌，其菌丝体上能形成特殊的吸器，伸入寄主细胞内吸取养

料。吸器的形状各有不同，有的象棍棒状，如锈菌；有的象掌状如白粉菌。高等真菌的吸器内部都有细胞核，低等的真菌则没有细胞核（图4）。

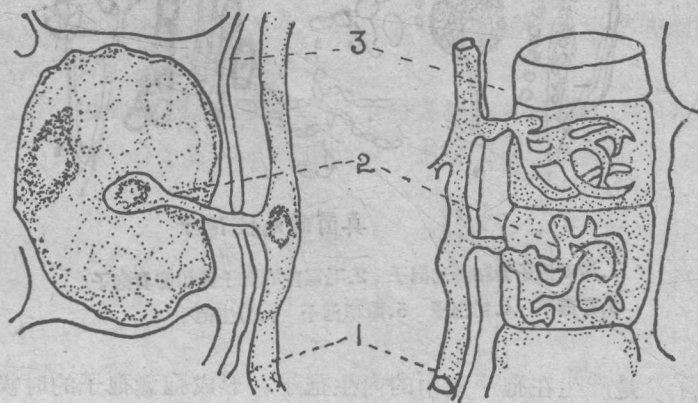


图4 真菌的吸器

1.菌丝；2.吸器；3.细胞壁。

3.根状菌索 真菌的菌丝体有时可以纠缠成为绳索状的、外貌和高等植物根部相似的根状菌索。根状菌索分化为颜色较深的、由拟薄壁组织组成的皮层，疏丝组织组成的心层，和顶部的生长点（图5）。根状菌索能抵抗不良的环境，条件适宜时，生长点恢复生长。引起树木腐朽的高等担子菌中最普遍。

4.子座 由拟薄壁组织和疏丝组织形成的垫状结构，子座可以纯粹由菌丝体形成，也可以部分和寄主组织结合形成，子座一方面可以容纳真菌的繁殖机构，另一方面还有抵抗不良环境的作用。

（二）真菌的繁殖 真菌有各种不同的繁殖方式最常见的是菌丝体分为若干段，每一小段菌丝就能形成新的菌丝，这是一种营养繁殖方式。但是真菌主要在于通过一个营养性的生长期后，开始形成繁殖机构，通过无性生殖和有性生殖分别产生无性孢子和有性孢子。孢子相当于高等植物的种子，它是真菌繁殖的基本单位，其原生质被包在一个膜内。孢子脱离母体后，能独立的长成新个体。它们含有一个或几个细胞核。

1.无性生殖 无性生殖是不经过性细胞核的结合，直接从菌丝体分化而产生无性孢子。

因此，在无性生殖的时候，真菌的细胞核不发生变化。无性孢子可以在生长适宜的条件下重复产生，使真菌能迅速的繁殖和散布。真菌可以产生多种类型的无性孢子。如孢囊孢子、分

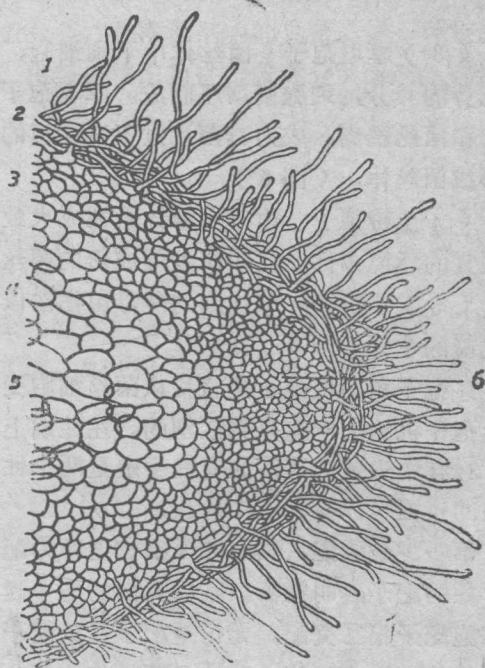
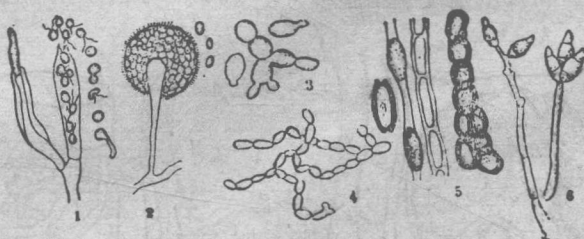


图5. 根状菌索的结构

1.菌丝；2.胶质的疏松菌丝层；3.皮层；4.心皮；5.中空；尖端的分生组织。

生孢子、粉孢子、厚垣孢子和芽孢子等。但最主要的是孢囊孢子和分生孢子(图6)



真菌的无性孢子

- 1.游动孢子囊和游动孢子 2.毛霉菌的孢子囊和孢囊孢子
3.芽孢子 4.粉孢子 5.厚垣孢子 6.分生孢子

(1) 孢囊孢子 是产生在孢子囊中的内生孢子。形成孢囊孢子的时候,在菌丝分枝的顶端,或者从菌丝分化而来的特殊孢囊梗,其顶端形成膨大的孢子囊,孢子囊中的原生质分裂成为小块,而形成若干单细胞的孢囊孢子。有的孢囊孢子具有1—2根鞭毛,可以游动称为游动孢子,形成游动孢子的孢子囊称为游动孢子囊;有的孢囊孢子没有鞭毛不能运动,称为不动孢子。

(2) 分生孢子 从菌丝分枝的顶端细胞,或者从菌丝分化而来的分生孢子梗的顶端细胞分化而成的。分化时缢缩割切成单生的或连接成串的孢子。分生孢子是一种不同于孢囊孢子的外生孢子。无论是孢囊孢子或分生孢子,萌发时都产生芽管,进一步发育而成菌丝体。

(3) 厚垣孢子 菌丝体中个别细胞,或者多细胞分生孢子的个别细胞,可以膨大,积聚充分的养分,细胞壁增厚而成。厚垣孢子的寿命较长,往往可能在菌丝体死亡消解的前后,和菌丝脱离,成为真菌渡过不良环境的一种具有繁殖功能的休眠细胞。厚垣孢子萌发后也形成菌丝体。(图6)

(4) 粉孢子 由气生菌丝断裂成大致相等的菌丝段而形成。它们没有休眠的功能,遇到适宜的环境条件,立即萌发形成新的菌丝体。(图6)

(5) 芽孢子 单细胞的酵母菌往往以出芽的方式产生的孢子。芽体自母体脱落,又可长成新的个体(图6)。

芽孢子和厚垣孢子是直接从菌丝细胞变化而形成的,与孢囊孢子和分生孢子之从特殊的产生孢子机构上产生是有区别的。在性质上前者应属于真菌的营养繁殖。(图6)

2.有性生殖 真菌的有性生殖是两个性细胞核的结合。结合后形成有性孢子。真菌有性生殖的过程可以分为三个阶段。

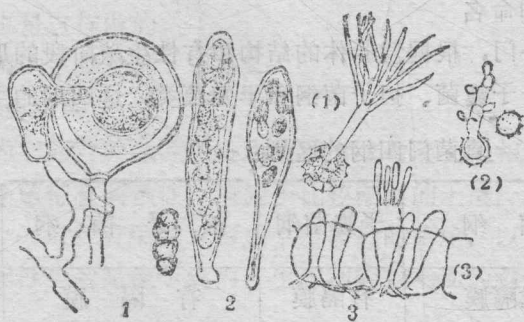
第一步是质配,真菌的性器官通称为配子囊,配子囊通常是单细胞的,雌的配子囊叫卵器,雄的配子囊叫精器。某些真菌的配子囊可以直接进行交配;有些真菌是从配子囊产生的单细胞配子相互交配。无论是配子囊或配子进行交配,第一步都是两个性细胞的原生质和细胞核结合在一个细胞中,这是两性细胞原生质的交配,所以叫质配。质配以后,细胞内有两个细胞核,这两个核是从不同的性细胞来的,每个细胞核的染色体都是单倍体(N),所以双核的细胞一般用 $N+N$ 来表示染色体的数目

第二步是核配,经过质配以后的双核,结合成一个细胞核。核配以后,合子细胞核的染色体是属于双倍体,染色体的数目用 $2N$ 来表示。各种真菌进行核配的时期是不同的,低等的

真菌质配以后，立即进行核配，因此，双核体阶段是很短的；在演化上比较高等的真菌如担子菌纲的真菌，在质配以后要经过很长的时间才进行核配，形成发达的双核菌丝体阶段。

第三步是减数分裂，核配以后形成的合子，其细胞核是双倍的（ $2N$ ）。双倍的细胞核经过两次连续的分裂，其中有一次是减数分裂，最后形成四个单倍体的细胞核。含有单倍体细胞核的合子，以后发育成单倍体的营养体。

经过有性生殖过程以后，不同真菌，产生不同类型的有性孢子，如卵孢子，接合孢子，子囊孢子和担孢子等（图7）。在以后叙述真菌的主要类群中还要说明。由于真菌有性过程



真菌的有性孢子

1.卵囊的受精作用，雄器和藏卵器，后者不久变成卵孢子

2.子囊和子囊孢子 3.担子

(1)腥黑粉病菌 (2)小麦散黑穗病菌 (3)外担子菌

的不同，有性孢子形成的方式也不同，概括起来有以下两种情况：一种是质配以后，立即进行核配而形成有性孢子，有性孢子萌发时进行减数分裂，如藻菌纲中的真菌。另一种是质配以后，形成双核体，双核继续生长发育一定时期，再经过核配和进行减数分裂而产生有性孢子。如子囊菌和担子菌。它们的区别如下：

(1) 质配→核配→有性孢子→减数分裂

(2) 质配→双核体→核配→减数分裂→有性孢子。

真菌的有性孢子往往一年只发生一次，产生的数量也较大，由于对于环境的低抗力较强，所以真菌的有性孢子一般有渡过不良环境的作用。

(3) 子实体 在高等的真菌中，大部分的繁殖器官常聚集在一起，这些繁殖器官排列在特殊的菌丝结构上，或埋藏在里面，这就叫子实体，如子囊果、担子果、分生孢子器、分生孢子盘等。

(三) 真菌的生活史

真菌的生活史是指真菌从一种孢子开始，经过孢子的萌发、生长和一定的发育阶段，最后又产生同一种孢子为止。其中经历的过程就是它的生活史。真菌的生活史一般包括无性阶段和有性阶段，其典型的生活史如下：

真菌的菌丝体（营养体）在适当条件下先产生无性孢子，无性孢子萌发形成芽管，芽管又继续生长而形成新的菌丝体。这是真菌生活史中的无性阶段，在一个生长季节里，往往可以发生若干代。真菌生长的后期开始发生有性阶段，就是从菌体上形成配子囊，配子囊内产生配子，配子经过结合，先质配形成双核阶段，再经过核配而形成双倍体的细胞核，最后经过减数分裂而形成单倍体的细胞核，含有单倍体的细胞核的细胞，以后又发育为单倍体的菌丝。真菌生活史中的单倍体阶段和双倍体阶段，相当于高等植物的配子体和孢子体。但是比

较突出的特点就是真菌的双倍体极为短促，有些真菌的单倍体阶段也很短，以双核阶段为主。多数真菌的营养体和营养体上形成的无性孢子和有性孢子都是单倍体，质配以后形成的双核阶段在某些真菌中可以延续相当长的时期，但是真菌在核配以后立即进行减数分裂，而回到单倍体的阶段，所以真菌的生活史中没有明显的世代交替现象。

综上所述，真菌的生活史可以从三个方面来概括。从真菌的发育过程来看，真菌的生活史有营养阶段和生殖阶段；根据真菌的生殖方式，有无性生殖和有性生殖；从细胞核的变化来分析，可以分为单倍体阶段、双核阶段和双倍体阶段。

（四）真菌的分类和命名

真菌是植物界中的一门，根据营养体的结构和有性生殖阶段的形态，将作物主要病原真菌分为四个纲即藻菌纲、子囊菌纲、担子菌纲和半知菌类，这四纲的主要区别如下：

真菌门四纲的区别：

类型 特征	藻 菌 纲	子囊菌纲	担 子 菌 纲	半 知 菌 类
菌丝体	一般无隔膜	有隔膜	有 隔 膜	有 隔 膜
无性孢子	游动孢子或孢囊孢子	分生孢子	一般没有无性孢子	分生孢子或不产生孢子
有性过程	配子或配子囊交配	配子囊交配	有性器官一般退化	尚 未 发 现
有性孢子	卵孢子和接合孢子	子囊孢子	担 孢 子	尚 未 发 现

这些纲又分为目、科、属和种。种是分类的单位。种的建立是以形态上的区别为基础，种与种之间应该有显著而稳定的区别。真菌在种的下面还可以分为变种、专化型和生理小种等。变种也是以一定的形态上的差别为基础，但是种以下专化型的建立不是根据形态上的差别，仅仅表示寄生性真菌对于不同种寄主的适应性。例如禾谷类秆锈病菌（*Puccinia Rrminis*）可以寄生在许多种禾本科植物上，但是不同种寄主植物上秆锈病菌，它们适应寄主的范围是不同的，如为害小麦的秆锈病菌是一个专化型，学名为 *Puccinia graminis, tritici*，这个专化型只适应于寄生小麦属（*Triticum*）的植物。寄生性真菌的种或专化型的下面又可以分为生理小种，生理小种主要是根据对不同品种的寄生能力建立的。一种寄生性真菌的生理小种的数目很多，一般都用数目未编号。如稻瘟病菌经国际水稻研究所鉴定，1969年已有256个生理小种。再如我国棉花枯萎病菌（*Fusarium vasinfecium* Afk.）经1972-1973年全国棉枯、黄萎病研究协作组对全国16个省市菌系的鉴定，我国棉花枯萎病菌有三个生理小种（生理型）即1号、2号、和3号。生理小种1号对陆地棉高度侵染，而生理小种3号对陆地棉不侵染或轻度侵染。对于中棉，1号中度侵染，3号则不侵染。生理小种的划分是比较人为的，所以生理小种并不列为正式的分类单位。但生理小种的研究对于作物病害的防治具有很大的意义，一个抗病品种丧失抗病性，与病菌生理小种的变迁有密切的关系，培育抗病品种，首先要了解一个地区病菌的生理小种。

许多种依其彼此具有共同相似的特性而归纳成属，根据同样的原理将属组成科，许多科组成目，由许多目组成纲。

真菌的命名也是采用双命名法，前一个名称是属名，后一个名称是种名，属名是名词。学名之后书名第一个命名的人。假如后人认为原来的命名不恰当而更改时，则将原名命名人

放入学名后的括弧内，在括号后再注明更改人。属名和命名人第一个字母大写。如小麦条锈病的学名是 *Puccinia glumarum* (schm) Eriks. et Henn. 最初由schmidf 命名为 *uredo glumarum* schum, 以后由Eriksson和Henning二人改用以上学名。

在真菌的命名中，最突出的一个特点就是许多真菌（尤其是子囊菌）有两个学名，一个是有性阶段的学名，一个是无性阶段的学名。例如小麦赤霉菌其有性阶段的学名 *Gibberella zeae* (schw) Petch, 无性阶段的学名为 *Fusarium graminearum* schw. 因此在叙述一种子囊菌（或少数担子菌）的时候，往往因为它的无性阶段容易发生，一般采用无性阶段的学名较为方便，而且习惯也是这样做的。

（五）作物病原真菌的主要类群

1 藻菌纲 (Phycomycetes)

又称藻状菌纲，因为它的营养体的形态和生殖方式与藻类很相似。许多藻菌生活在水中，而生活在土壤中的藻菌带有两栖性，适应于比较潮湿的土壤。高等的藻菌是陆生的。藻菌的菌丝体是很发达的，一般没有隔膜（形成生殖器官的菌丝，以及比较高等的老熟菌丝上是有隔膜的）。藻菌的无性生殖是孢子囊内产生游动的或不动的孢囊孢子。有性生殖是产生接合孢子或卵孢子。

根据有性生殖方式，藻菌分为卵菌亚纲和接合菌亚纲。卵菌亚纲的有性生殖是在菌丝上产生形状和大小都不同的配子囊，大的球形配子囊是藏卵器，小的棍棒状的是藏精器。藏卵器成熟时含有一个至数个卵球。藏精器与藏卵器接触时，精器产生授精管伸入藏卵器内，将精子细胞核输入卵球内受精。若是藏卵器内不止一个卵球，则授精管发出分枝，或数个藏精器伸入一个藏卵器内，各个产生授精管进行交配。受精后的卵球在藏卵器内发育成卵孢子。卵孢子经过休眠后，进行萌发，双倍体的核进行减数分裂，长成新的单倍体的菌丝体。

接合菌亚纲的有性生殖是在菌丝上产生形状相似，大小相等或略有差异的配子囊交配，这是和卵菌不同的。配子囊接触后，接触处的细胞壁消解，两个配子囊融合成为一个细胞。经两性细胞核交配以后，发育成有性孢子——接合孢子。

藻菌中主要作物病菌是卵菌亚纲，其中重要的是水霉菌目和霜霉菌目，接合菌亚纲大部分是属于腐生的真菌，只有少数种类能引起作物贮藏器官的病害。

（1）水霉菌目 (Saprolegniales) 水霉菌大多数是生活在水中或潮湿土壤中的腐生菌，寄生种类中有少数可以诱致水稻的烂秧和一些农作物的根腐病。菌丝体很发达，无性生殖产生孢子囊，孢子囊圆筒形、棒状，着生在菌丝分枝的顶部，少数种类在菌丝中间形成，孢子囊顶端开口释放出孢子。有性生殖已有明显的两性生殖器官，精器棒状，藏卵器内有1至数个卵球。（图8）。

棉霉属 (Achlya) 能够引起稻绵腐病，导致水稻烂秧。其游动孢子不在孢子囊内形成，从孢子囊泄出后，在孔口集结，分散后再萌发成肾形的游动孢子，游动后再休眠，萌发成菌丝体。

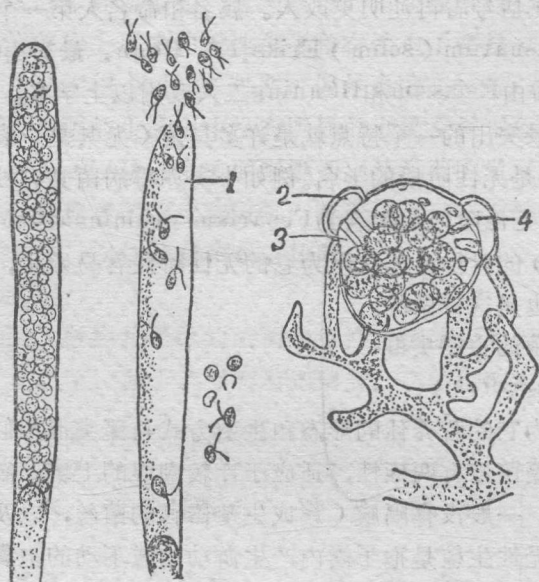


图8 水霉菌

1. 游动孢子囊和游动孢子 2. 藏精器
3. 藏卵器, 4. 卵球

(2) 霜霉目 (Peronosporales) 霜霉菌是藻菌纲中最主要的植物致病菌类群, 它导致植物果实腐烂、幼苗猝倒病、疫病、霜霉病、白锈病等。

这一目的大部分真菌的无性生殖也产生游动孢子囊, 但多呈椭圆形, 易与孢囊梗脱落, 萌发时也产生游动孢子, 但无双游现象, 游动孢子为肾脏形, 休止后萌发形成芽管; 有的孢子囊在萌发时直接产生芽管, 其作用与分生孢子相同。有性生殖所产生的卵孢子, 在一个藏卵器内只有一个, 经过休眠后萌发产生游动孢子或直接产生芽管。分为三个科即、腐霉科、霜霉科和白锈菌科。

①腐霉科 (Pythiaceae) 是霜霉菌目中最低等的一科, 大部分是非专性寄生菌。孢囊梗与菌丝没有明显的差别, 或者虽有差别, 但并不定型, 孢囊梗可以继续生长, 而不断产生新的孢子囊。如疫霉菌属 (Phytophthora) 可以引起棉铃疫病、马铃薯晚疫病和烟草黑胫病等, 其孢囊梗常有分段紧缩现象, 顶端形成孢子囊, 孢子囊有乳状的突起, 在低温和水分充足的条件下萌发成游动孢子, 在高温干燥的条件下, 萌发时直接产生芽管。

②霜霉菌科 (Peronosporaceae) 是寄生在植物地上部分的专性寄生菌, 有发达的孢囊梗, 并且孢囊梗在定型以后不能继续生长。孢囊梗分枝的顶端着生单个孢子囊。本科主要的属有: 指梗霜霉属 (Sclerospora) 引起粟白发病; 直梗霜霉属 (Plasmopara) 引起葡萄霜霉病; 拟霜霉属 (Pseudoperonospora) 引起瓜类霜霉病; 霜霉属 (Peronospora) 引起油菜和其他十字花科蔬菜霜霉病; 盘梗霜霉属 (Brernia) 引起莴苣霜霉病 (图9)。

③白锈菌科 (Albuginaceae) 也是寄生在植物地上部分的专性寄生菌, 以吸器伸入寄主细胞内吸收养料。无性生殖产生孢子囊, 孢子囊成串着生在短棍棒的孢囊梗上。本科只有白锈菌属 (Albugo) 引起十字花科植物的白锈病。

(3) 毛霉目 (Mucorales) 毛霉目大多数都是腐生菌, 无性生殖产生孢囊孢子, 有性生殖产生接合孢子。与作物病害关系较密切的有黑根霉属 (Rhizopus) (图10、图11) 病菌

多从伤口或从死亡的细胞组织侵入，菌丝在寄主组织中蔓延，并产生匍匐丝伸出寄主体表，匍匐丝在与寄主接触处伸出假根，向上产生气生菌丝，其顶端膨大形成孢子囊。红薯软腐病菌，便是黑根属的一种真菌。

2 子囊菌纲Ascomycetes

子囊菌大约有15,000种，它们共同的特征是产生有性的内生孢子—子囊孢子。子囊孢子产生在子囊内，子囊有圆形、椭圆形，大多数为长棍棒形。典型的子囊内有8个子囊孢子，但是也有2个、4个或8个以上的。子囊孢子有单细胞的，也有多细胞的。

除低等的子囊菌如酵母菌为单细胞的以外，大多数子囊菌都有发达的菌丝体，菌丝体有隔膜和分枝，可以形成疏松组织和拟薄壁组织而构成菌核或子座，在形成子囊果时，也有这种组织。

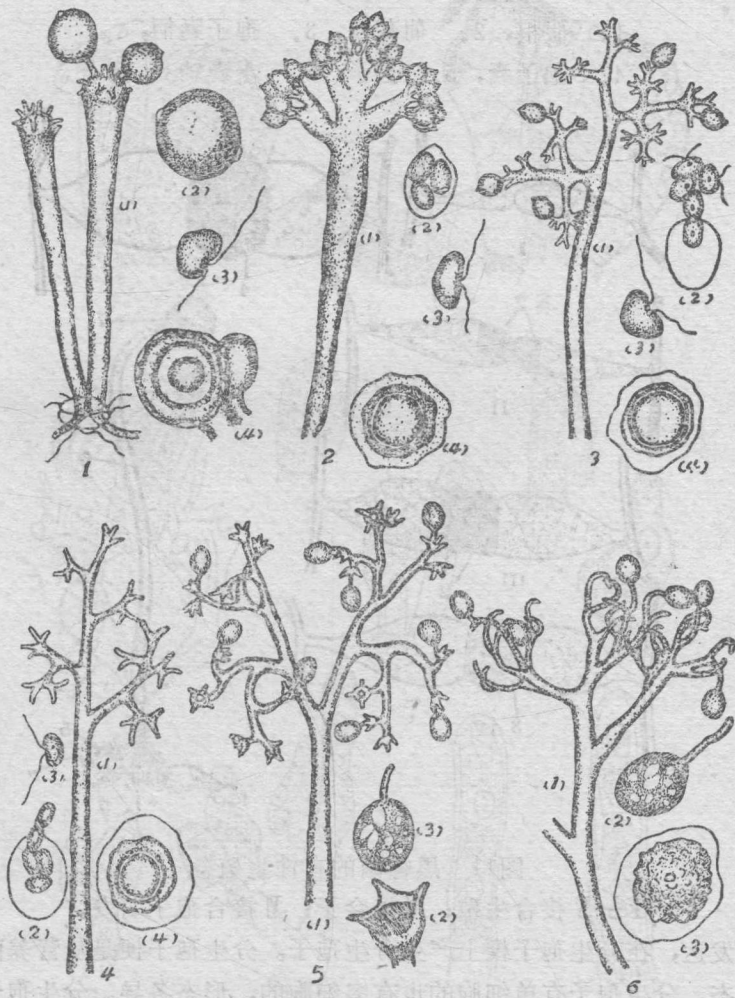


图9 霜霉科各属的孢囊梗，孢子囊及卵孢子的形态

1. 园梗霉属；2. 指梗霉属；3. 直梗霉属。

4. 假霜霉属；5. 霜霉属；6. 盘梗霉属。

(1) 孢囊梗；(2) 分生孢子囊；(2) 游动孢子；

(4) 卵孢子

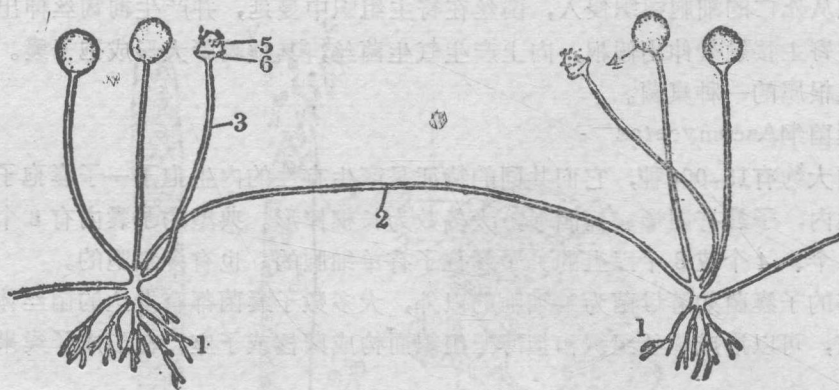


图10 黑霉菌丝体

1. 假根, 2. 葡萄枝, 3. 孢子囊柄,
4. 孢子囊, 5. 孢子, 6. 子囊轴

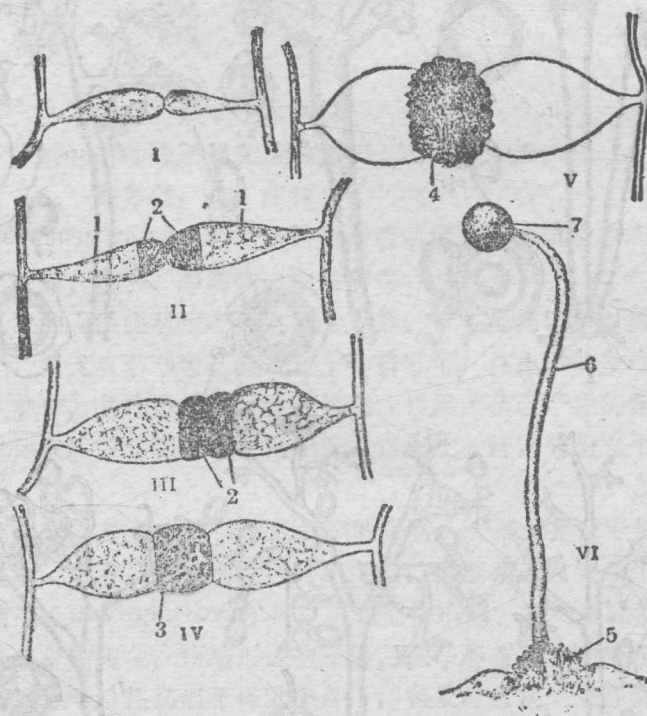


图11 黑霉菌的有性生殖

I—IV 接合生殖；V 接合子；VI 接合孢子萌发。

无性生殖很发达，在分生孢子梗上产生分生孢子。分生孢子梗是从营养菌丝分化来的，有各种不同的形态。分生孢子有单细胞的也有多细胞的，形态各异。分生孢子梗可以散生在一般菌丝体上，但也可以形成特殊的子实体，在子实体上产生孢子。除分生孢子以外，有些子囊菌在一定条件下还可以进行营养繁殖，产生厚垣孢子、粉孢子和芽孢子等。

典型的有性生殖是产生两种形态不同，单核或多核的配子囊，分别称雄器和产囊体（雌器），产囊体上有受精丝，受精丝和产囊体接触后，在接触点上形成孔口。交配时雄性细胞核和原生质从雄器经过受精丝进入产囊体内，然后与雌性细胞核成对排列，形成双核。由于有