

农业微生物学

(试用教材)

江西共大总校农学系植病微生物教研组

一九七三年七月

前 言

这本教材是以1971—1972年给工农兵学员讲课和实验时所用的讲义为基础改编充实而成的。内容分微生物学基础理论、实验和典型产品制造实习三部分。这是第一部分。

伟大领袖毛主席教导我们：“教材要彻底改革”。校党委根据毛主席这一教导，对编写教材提出了四点具体要求。为了加强教材的革命性、科学性和实践性，我们在批判旧教材严重脱离无产阶级政治、脱离生产实践、脱离工农群众的基础上，对新教材从体系到内容都重新作了安排。在体系上，以微生物农药和肥料的生产为主要目标，围绕这个主要目标阐述必要的基础知识和基本技术。在内容上，增加了《微生物的生长》《微生物的发酵》《微生物的选育、保藏和复壮》等等与微生物制剂生产有密切关系的章节。对于微生物在各类物质转化中的作用以及微生物的各种相互关系，因不仅与菌肥的制造和使用有关，而且是土壤肥科学的必要的基础知识，故适当地精简后仍予保留。在编写过程中，力求突出劳动人民在科学发展中的作用，注意运用辩证唯物主义观点，避免形而上学的片面的叙述。

我们希望，通过对本课程的学习，应能独立进行一般农用微生物制剂的生产工作，同时也能解释一些土壤微生物现象，并加以合理控制或利用。

由于我们对马列主义、毛泽东思想学习得不够，加上业务水平低、人员少、时间短，在教材中必定存在不少缺点错误，希望同志们和工农兵学员多予批评指正，以便作出较彻底的改进。

植病、微生物教研组

1973年7月

农业微生物学

目 录

绪 论	(1)
第一章 微生物的形态	(3)
第一节 细菌的形态	(3)
第二节 放线菌的形态	(6)
第三节 真菌的形态	(8)
第四节 病毒和噬菌体	(16)
第二章 微生物的生理	(21)
第一节 微生物的营养	(21)
第二节 微生物的呼吸作用	(27)
第三节 微生物的生长	(32)
第四节 外界因素对微生物的影响	(35)
第三章 微生物的发酵	(42)
第一节 发酵的本质、目的和方法	(42)
第二节 微生物发酵的过程	(43)
第四章 微生物的鉴定和分类	(49)
第一节 微生物的鉴定	(49)
第二节 微生物的分类	(50)
第三节 微生物的种和种以下的分群	(55)
第五章 微生物的选育、保藏和复壮	(57)
第一节 菌种的分离和筛选	(57)
第二节 人工选育菌种	(58)
第三节 菌种的保藏	(60)

第四节 菌种的复壮.....	(61)
第六章 微生物在自然界元素循环中的作用.....	(63)
第一节 微生物的固氮作用.....	(63)
第二节 微生物的氨化作用.....	(67)
第三节 微生物的硝化作用和反硝化作用.....	(71)
第四节 微生物作用下不含氮有机物的转化.....	(72)
第五节 微生物作用下矿质元素的转化.....	(76)
第七章 微生物之间及微生物与高等植物之间的相互关系.....	(80)
第一节 互生现象和刺激现象.....	(80)
第二节 共生现象.....	(81)
第三节 寄生现象.....	(83)
第四节 抗生现象.....	(84)

农业微生物学

緒 論

“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。”

微生物不同于其他一切大生物，主要的一点，就在于它们的个体非常细小，肉眼不能看见。微生物一词是它们的总称，其中包括细菌、放线菌、真菌、病毒和噬菌体、微小的藻类以及原生动物等。微生物学就是研究它们的形态、生理、分类、遗传以及其它各种生命活动规律的科学。

伟大领袖毛主席教导我们：“**人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。**”劳动人民是科学发展的真正动力。毛主席还教导说：“**人们为着要在自然界得到自由，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。**”广大劳动人民在长期的社会实践中，认识自然、改造自然，推动了自然科学的发展。微生物学及其各个分科也都是这样发展起来的。例如由于酿造业的生产实践推动了发酵工业微生物学的形成和发展；与传染病的长期斗争，推动了医学微生物学的形成和发展；农业的生产实践，促进了农业微生物学的发展。

中华民族是一个伟大的民族，“**中国是世界文明发达最早的国家之一。**”我们勤劳勇敢的祖先在自己的生产实践过程中，很早就认识了微生物的生命活动，并应用微生物来改造自然。世界上最早应用微生物的是我国劳动人民。早在四千年前，我们的祖先就知道用微生物来酿酒。从殷墟发掘出来的器皿中，就有贮酒、饮酒的器皿，证明我国在殷商时代造酒技术已经很发达了。礼记月令篇中更有了酿酒技术的记载。

在农业生产上，一千多年前我们的祖先就已经知道种过豆的土壤特别肥，并且掌握和运用与微生物活动有关的积肥、沤肥，翻土和轮作等措施来提高作物产量。

在医学上，我国人民有着极为丰富的经验。在春秋时代就知道了疾病的传染，二千五百年前就已经知道用神曲来治病。一千多年前我国人民就发明用种痘的方法预防天花，明朝《本草纲目》中就记载了病人穿过的衣服要进行消毒，可见当时我国人民就已经有了灭菌的概念。

我国劳动人民在长期的斗争实践中，对微生物学的应用积累了丰富的经验，对微生物学的发展作出了贡献。但是由于长期残酷的封建统治，帝国主义野蛮的侵略和国民党反动派的反动统治，极大地阻碍了我国生产力的发展，微生物学的发展同样受到了极大的限制。解放前，我国发酵工业仅有几种传统产品，例如酒、醋、酱油等，连抗菌素都不能制造。解放后，社会主义制度为我国科学技术的发展开辟了无限广阔的道路，也使微生物学获得新生。特别是1958年以后，在毛主席关于破除迷信、解放思想的指示和党的社会主义建设总路线的指引下，各地大搞微生物的科学实验，取得了显著成绩。但是，由于刘少奇反革命修正主义

路线的干扰,微生物的研究和应用一度被神秘化,参加研究的只是少数专家,使它的发展受到了影响。无产阶级文化大革命中,各地经过开展革命大批判,破除了神秘观点,密切结合生产实践,积极开展应用微生物科学实验活动,并且在短短几年时间里,就获得了令人鼓舞的成就。

目前,我国有20多个省、市、自治区开展了应用微生物的群众科学实验活动。在农业和饲养业方面,利用菌类制造发酵饲料已在全国普遍推广。各地还利用微生物研究试制成功了许多种类的农药、兽药、菌肥、菌剂、植物生长刺激素和农用抗菌素等。这些新的科研成果经过推广和使用,正为人们创造出越来越多的物质财富,在工业方面,如食品、皮革、纺织、石油、造纸、冶金、化工等轻、重工业部门,微生物都得到了广泛的应用。医药方面,微生物工作成绩也很可观,抗菌素工业的发展是突出的实例。我国利用微生物试制成功的抗菌素有40多种,跃居世界第三位,而产量则为世界第一位。

现在我们学习这一门科学,就要下定决心和全国广大工农群众和科技人员一道,沿着毛主席的无产阶级革命路线,再接再厉,进一步掌握微生物的活动规律,使微生物科学在祖国的社会主义建设事业中作出新的贡献。

伟大领袖毛主席教导说,就人类认识运动秩序说来,总是由认识个别的和特殊的事物,逐步地扩大到认识一般的事物。人们总是首先认识了许多不同事物的特殊的本质,然后才有可能更进一步地进行概括工作,认识诸种事物的共同的本质。当着人们已经认识了这种共同的本质以后,就以这种共同的认识为指导,继续地向着尚未研究过的或者尚未深入地研究过的各种具体的事物进行研究,找出其特殊的本质,这样才可以补充、丰富和发展这种共同的本质认识,而使这种共同的本质认识不致变成枯搞的和僵死的东西。

本教材第一部分《微生物学基础》所阐述的各种问题,并不是什么人凭空臆想出来的,而是前人经过无数次的实践,对各个个别微生物进行了大量的接触、观察、研究和记载,从而总结和概括出来的。我们在学习的时候,应该牢记毛主席“实践——理论——实践”的认识论,用辩证唯物论的观点,密切联系实际,并在自己的实践中更好的巩固和发展这些知识。

第一章 微生物的形态

第一节 细菌的形态

一、细菌的外形和大小

通常所说的细菌，专指裂殖菌纲中形体简单的单细胞种类，它们的每一个细胞都是一个可营独立生活的个体。细菌的外形基本上可分为球状、直杆状或曲杆状三类。球状的细菌称为球菌，直杆状的细菌称为杆菌，曲杆状的细菌称为弧菌或螺旋菌（图1—1、1—2、1—3）。

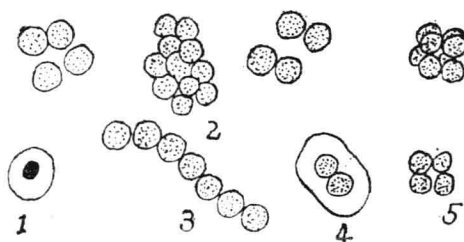


图 1—1 球菌的各种形态

1. 单球菌 2. 葡萄球菌 3. 链球菌 4. 双球菌 5. 四联球菌及八迭球菌



图 1—2 杆菌的各种形态



图 1—3 弧菌和螺旋菌的各种形态

1. 弧菌 2. 螺旋菌

球菌依个体单生或聚集状态的不同，分为单球菌、双球菌、链球菌、四联球菌、八迭球菌、葡萄状球菌。杆菌通常单生，有时成链。

球菌直径一般为0.5—1.0微米（1微米 = $\frac{1}{1000}$ 毫米）杆菌一般宽0.5—1.0微米，长1—4微米（宽1微米、长4微米的杆菌，其大小写成1×4微米）。

各种细菌都有一定的形态和大小。但由于它们新陈代谢内部矛盾的发展，由于这种发展和它周围环境的互相联系和互相影响（例如受培养基的性质，培养时间长短的影响等），其形状和大小也有某些程度的改变。

二、细菌细胞的构造 细菌细胞的构造比较简单，可用模式图表示（图1—4）。

1. 细胞壁 细菌的细胞壁在原生质膜外，坚韧而富有弹性，因此，细菌能保持固有的形状。细胞壁对细菌且有保护作用。

2. 原生质 在细菌细胞壁内充满着胶质状的原生质。原生质的最外层是原生质膜，具有选择性的半渗透性，在吸收营养物质上起着重要的作用。

原生质在幼龄的细菌细胞中比较稠密、均匀，容易染色，着色均匀。老龄的细胞中有较大的液泡，形成多孔的结构，故着色不如幼龄细胞均匀，且着色较淡。

高等动植物细胞的原生质明显分化为细胞质和细胞核，而在细菌的细胞内部没有细胞核或没有分化完善的核，这是细菌细胞和高等动植物细胞之间的重大差别。但细菌细胞中仍含有多量核质，以各种形态存在，执行着核的功能。

3. 鞭毛 某些杆菌、弧菌及少数球菌的幼龄期，菌体上具有一种纤细如线状的细丝，称为鞭毛。鞭毛十分纤细，直径约0.01—0.05微米，故必须用特定的鞭毛染色技术，才能在普通光学显微镜下看到。在电子显微镜下，可以看出鞭毛起源于原生质膜下的一个直径约100毫微米的颗粒状小体，此小体称为生毛体。鞭毛自生毛体穿过细胞壁伸到细胞外部（图1—5）。

细菌鞭毛的数目和着生的位置依种类而不同，有下面三种情形：

单生鞭毛 只在细菌细胞的一端生一根鞭毛。

丛生鞭毛 在细菌细胞一端或两端生一丛或两丛鞭毛。

周生鞭毛 在细菌细胞的周围生几根或多数鞭毛。

生有鞭毛的细菌可以在液体中运动，不生鞭毛的细菌一般都不能运动。因衰老而脱落鞭毛的细菌也不能运动。

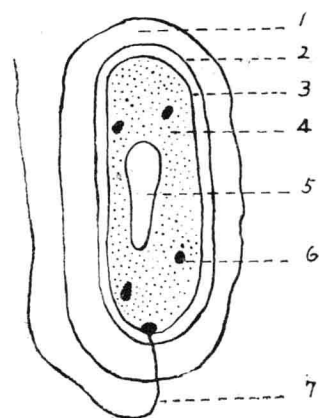


图1—4 细菌细胞膜式图

1.荚膜2.细胞膜3.原生质膜
4.细胞质5.核质6.内食物7.鞭毛

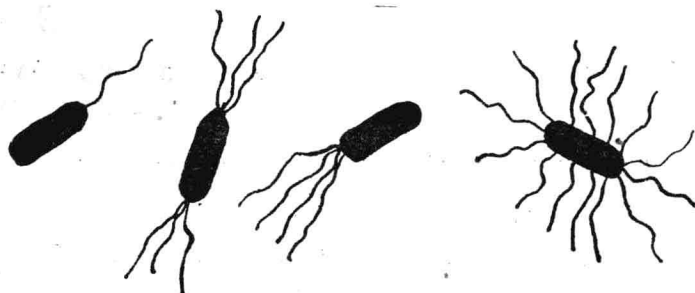


图1—5 各种鞭毛类型

4. 荚膜 荚膜是某些细菌细胞外所包围的一层粘质结构，厚度不一，它是细胞代谢的分泌物。产生荚膜的细菌，通常是每个细胞外一层荚膜，但有时多个菌体生在一个共同的荚膜内，称为菌胶团。产生荚膜的细菌所形成的菌落，表面光滑湿润。荚膜无色透明，着色也困难，在显微镜技术中常用负染色法使它显现清楚。

能否产生荚膜是细菌种的特征。但荚膜的形成与营养条件和环境条件有关。从辩证法观点来看：有无形成荚膜的能力，是菌的本性，是事物的内因，环境条件是外因。外因通过内因而起作用。例如圆褐固氮菌和硅酸盐细菌在含糖培养基上生长时，荚膜特别显著。但环境条件不能使本性不生荚膜的菌产生荚膜。

荚膜的功用 对细菌细胞有一定的保护作用，可以降低光、热和毒性物质的影响。有荚膜的细菌、对于干燥的抵抗力较强。荚膜也可作为养料贮存所，当营养缺乏时，它可被细菌利用。

5. 芽孢 有些杆菌在生活的一定阶段能形成芽孢。芽孢的折光率高，用显微镜做悬滴检查时，很容易区分芽孢和菌体。做涂片染色，则用特定的芽孢染色方法，使芽孢和细菌染成两种不同的颜色，更能观察清楚（图1—6）。



图1—6 细菌的芽孢

芽孢是细菌细胞原生质失水浓缩而成。起初细胞内的原生质在细胞的一端或中部凝集，以后这部份逐渐脱水，固形物质浓度大为增加，变得折光率很大，为芽孢原。最后在外围生成1—2层厚的芽孢壁，即成为成熟的芽孢。形成芽孢的菌体，称为芽孢囊。一般在芽孢成熟后不久，芽孢囊便自溶消失，芽孢散逸出来。有的菌种的芽孢囊则长期残留。

芽孢含水量少，代谢活性低，而且芽孢壁厚，透水性极小，故外界物质不易渗透入芽孢内。因此，芽孢对外界不良环境如高温、干燥、化学药品等有很强的抵抗力。例如枯草杆菌芽孢在100℃沸水中一小时仍可存活，而肉毒梭菌的芽孢甚至能在120℃下存活10分钟。

一个细菌细胞只能形成一个芽孢，所以芽孢不是繁殖器官，而是一个休眠体。芽孢在适宜环境下吸水萌发，生出营养细胞。蒸汽加热处理芽孢，有促进其萌发的作用。

6. 细胞内含物 细菌细胞内除生活物质外，还有许多内含物，其中有些是贮藏的营养，有些是代谢产物。贮藏物质有蛋白质颗粒、淀粉粒、肝糖、油脂颗粒等。

由于细菌种类的不同，细菌内含物的种类也各有不同，例如丁酸梭菌细胞内含淀粉粒，可用碘液反应显示。硫磺细菌体内含有硫粒，杀螟杆菌的老熟细胞内含有蛋白质晶体（伴孢晶体）等。这些特性可以作为识别某些细菌的参考。

三、细菌的繁殖和菌落形成

细菌是以分裂方式繁殖的。一个细胞分裂成为两个新细胞。如分裂后立即分开，则成为以单个细胞存在的细菌。如分裂后不立即分开，则形成为各种形状的聚集体。例如一个球菌

分裂两个不分开，则成为双球菌。有的球菌按平行的分裂面顺序地分裂为链球菌。有的按两个互相垂直的平面互相垂直分裂生成四联球菌，有的按三个互相垂直方向分裂，生成立方八迭球菌，有的分裂面不规则，生成葡萄状球菌。这些都是种的特徵，是鉴别菌种的根据。

杆菌分裂面一般都和菌体的长轴线垂直，故常为单生或形成链杆状。

在固体培养基上，细菌一般局限在一处大量繁殖，形成肉眼可见的菌落。在培养基表面上生长的菌落，称为表面菌落；在表面下生长的菌落，叫做埋藏菌落或深层菌落。如非特别说明，通常习称的菌落即指表面菌落。

细菌的菌落一般呈膏脂状或糊状。

不同种的细菌所形成的菌落各不相同，同一种细菌在同一种培养基上所形成的菌落表现相对一致的形态，是鉴定菌种的重要参考。

第二节 放线菌的形态

放线菌在自然界分布极为广泛。在高山、深海、北极都有它们的存在。大气中、水中、动植物的表面、人类的食物和衣物上都有放线菌，但主要存在于土壤中，一般每克土壤，含放线菌数十万到数百万不等。

放线菌的菌体为单细胞，大部份放线菌是由分枝的菌丝组成的菌丝体。放线菌的菌丝很细，直径仅0.3—1微米不超过1.5微米。在固体培养基表面生长时，一部分菌丝生到表面下，称为基质菌丝，一部分菌丝向空气中伸出，称为气生菌丝。气生菌丝可能盖满整个菌落表面，呈短絮状、粉状或颗粒状。气生菌丝包括不产孢子的轴丝和其上排列成总状或头状的产孢丝。初生分枝可以直接产生孢子或产生次生的分枝。后一种情况下，只在最后一级分枝上产生孢子。产孢丝螺旋状或直形。产孢丝的形态是鉴别放线菌的重要依据（图1—7、1—8）。

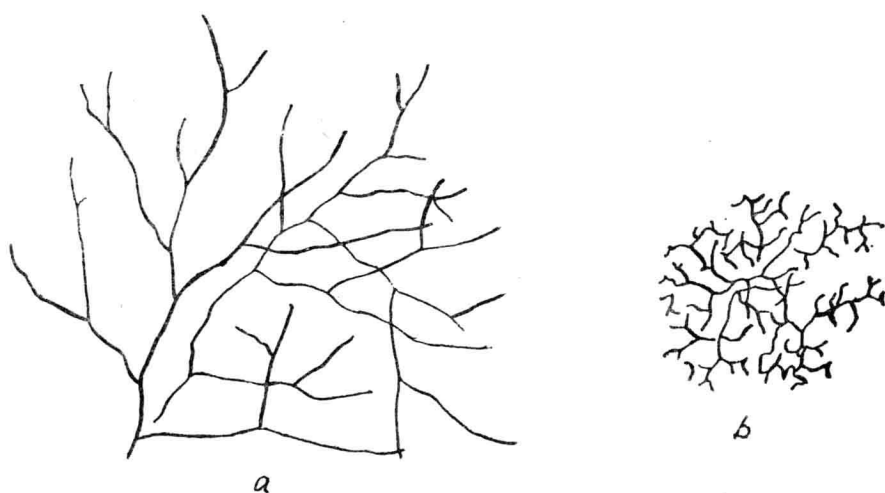


图1—7 放线菌菌丝体结构的一般形态
a. 长丝的菌丝体 b. 短丝的菌丝在同一培养基上 放大1:100

放线菌的菌落一般为圆形，表面光滑或有許多皱折，其菌落质地比普遍细菌的菌落更紧密坚实，常为革质，不易切取。由于基质菌丝伸入基质内，因此用接种针挑取放线菌菌落时，



图 1—8 放线菌孢子丝形态
直形的和螺旋形的孢子丝

常会将一部份菌丝体和琼脂培养基一起挑了出来。菌落表面起初光滑，其后在上面产生孢子表面呈粉状或颗粒状。很多放线菌菌落常呈各种不同颜色，基质菌丝和气生菌丝的颜色有时不同，因而菌落正反面有时呈现不同的颜色。基质菌丝产生的色素是水溶性或非水溶性的，前者可渗入培养基内使培养基变色。

放线菌营养菌丝的片段，在适宜环境下可以生出新的菌丝体，一些低等的放线菌（例如原放线菌）便是以营养菌丝断裂为许多小杆状体作为它们正常的繁殖方式。大多数放线菌生出孢子进行繁殖。产生孢子有两种型式：一种是产孢丝胞壁内原生质自上到下凝聚成一串体积相当的小段，小段收缩并产生孢壁而成孢子，这样形成的孢子称分生孢子。有的放线菌其产孢丝顶端一段形成一系列平行的横隔，以后在横隔处断落形成许多圆筒状的孢子，这样形成的孢子叫做粉孢子。此外，小单孢菌在它的产孢丝上作单轴状生出短而直的特殊分枝，每分枝顶上只生一个孢子。少数放线菌能形成孢子囊，在囊内再形成孢子。

放线菌的孢子形状为球形、卵圆形或圆筒形。球形孢子直径约为0.3—1.3微米，圆筒形的0.7—1.2×0.8—1.5微米（图 1—9）。

放线菌喜欢较低的湿度，其抗干燥的能力特别强，有的放线菌在氯化钙和硫酸的干燥器内，能生存一年半。

放线菌是抗菌素的主要产生菌，迄今已知的近二千种抗菌素中，有68%是由放线菌产生的。而主要产生抗菌素的放线菌多属于放线菌属（*Actinomyces*）的菌种。例如春雷霉素是由小金色放线菌（*Actinomyces microaureus*）产出的；灭瘟素是由灰色产色放线菌（*Actinomyces griseochromogenes*）产生的。同一种菌还可以同时产生几种不同的抗菌素，例如小金色放线菌不仅产生春雷霉素，还可产生金丝霉素。

放线菌产生的抗菌素，不仅用于医疗，而且也应用于防治家畜家禽的有关疾病，同时具有促进生长和肥育的作用。而放线菌产生的抗菌素在植病防治上也得到越来越广泛的应用。上述春雷霉素和灭瘟素对稻瘟病均有很好的防治效果。抗生素肥5406也是一种放线菌。

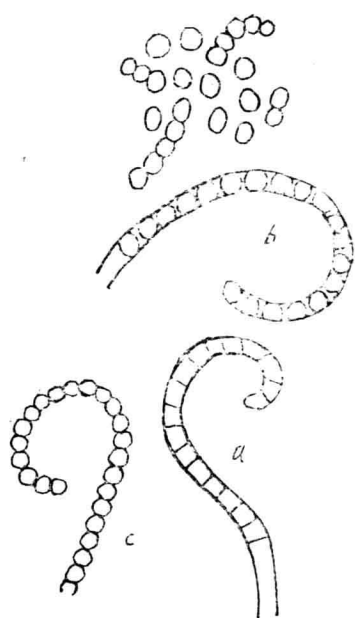


图 1—9 螺旋形孢子絲之以凝聚分裂方式形成孢子
a.原生质区分为个别的小段 b.原生质小段漸趋圓形 c.孢子的形成和成熟 d.成熟的孢子

生物和外界环境的关系是辩证统一的。放线菌产生抗菌素的本性,也受外界条件的制约,因此改变放线菌的营养条件,可能改变所产生的抗菌素的本质,这是我们生产抗菌素时所应该注意的。

第三节 真菌的形态

一、菌丝和菌絲体

真菌也是由复杂分枝的菌丝组成的菌丝体。真菌菌丝的平均宽度约 3—10 微米,比一般细菌和放线菌的宽度大几倍到十几倍。低等的真菌,营养菌丝不分隔,通体可看作是一个多

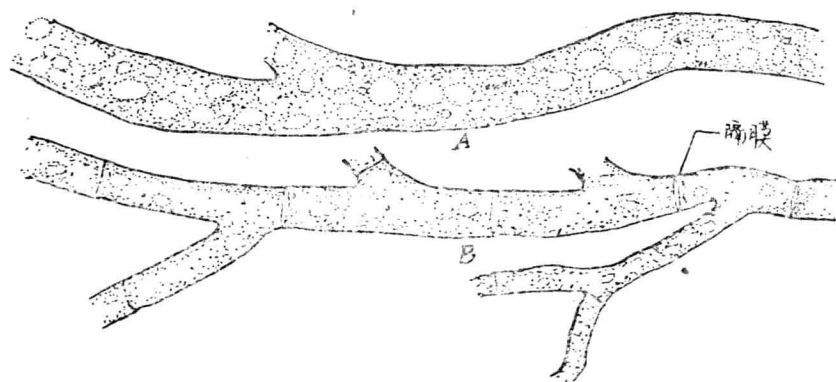


图 1—10 真菌的营养菌絲
A.一条无隔菌絲一部分 B.有隔菌絲的一部分

核的细胞，例如根霉、毛霉的菌丝，就是这样的。高等的真菌菌丝有横隔，所以实际是成串的细胞组成的，每个细胞有一个或几个细胞核，细胞外有有明显的细胞壁，例如青霉、曲霉和制“九二〇”的赤霉菌等的菌丝，便都是有隔的。

真菌的菌丝可以无限地延长和产生分枝。菌丝的再生力很强，断裂成小段的菌丝仍可继续生长成菌丝体。所以在培养工作中，我们可以挑取一点点菌丝向新培养基上移植。

真菌的营养菌丝还可以分化成特殊的结构和组织。例如许多菌丝交织缠结形成较硬的团块，称为菌核。菌核的生存力极强，可以经受不良环境，所以是真菌的休眠体。有的真菌可以形成细绳状组织，称为菌索，其功用为帮助菌体蔓延和抵抗不良环境。

真菌与细菌、放线菌不仅个体形态有很大差异，它们的菌落也有明显区别。真菌菌落呈绒毛状或絮状，有各种颜色。真菌菌丝宽度比放线菌大得多，所以其菌落用肉眼也能分辨出是一种丝状体。

二、真菌的繁殖器官

一般真菌都能形成孢子作为繁殖的器官。真菌孢子的类型很多，大的归纳，可分为无性孢子和有性孢子两大类。

1. 无性孢子类型：

无性孢子是营养细胞分裂或营养菌丝分化切割而成，有下列数种：

(1) 囊孢子 这种孢子生在一个特殊的孢子囊内，形成过程是这样的：在一个特殊分化的菌丝顶端膨大成圆形、椭圆形或梨形细胞，其中原生质分成若干小块，每小块周围形成一个膜，成为一个孢子，原来膨大的细胞就成了孢子囊。所以这种孢子叫做囊孢子(图1—11a)。

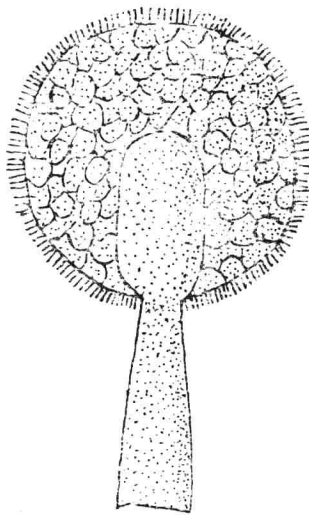


图1—11a 孢子囊和囊孢子

(2) 游动孢子 形成过程似上述囊孢子，但它的侧面或后端有1—2根鞭毛，能在水中游动(图1—11b)。

(3) 分生孢子 这是一种最普通的无性孢子，它们由菌丝顶端分割或缢缩而成(图1—11c)。分生孢子有各种大小和形状，如球形、椭圆形、弯月形、棒形等。有各种颜色；

单细胞或多细胞；单生或成串。

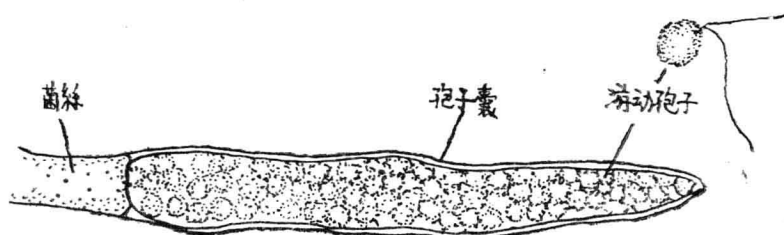


图 1—11 b 游动孢子囊和游动孢子

着生分生孢子的菌丝分枝，叫做分生孢子梗。分生孢子梗有形形色色的分枝形状。有的整齐排列生于一盘状体中，有的密集生于瓶状体内（前者叫分生孢子盘，后者叫分生孢子器），这些特征都是分类的重要根据。

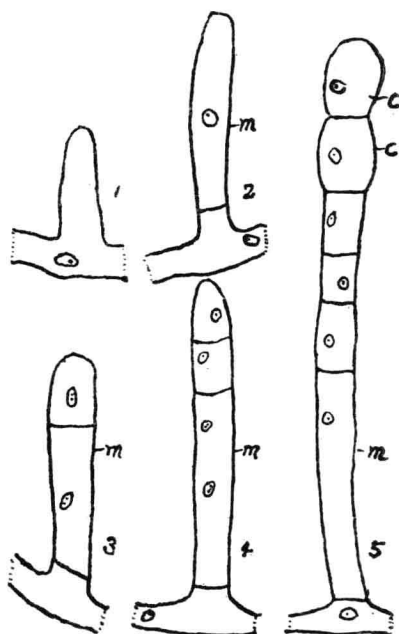


图 1—11 c 分生孢子形成的过程
m—母细胞，c—形成的孢子

（4）厚垣孢子 这种孢子具有较厚的外壁。它是由菌丝内细胞质收缩变圆、外壁变厚而形成的，是一种无性休眠孢子（图 1—11d）。

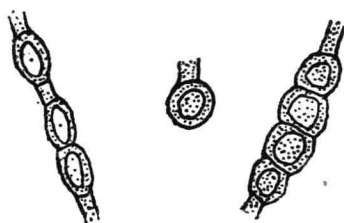


图 1—11 d 厚垣孢子

2. 有性孢子类型:

有性孢子是经过交配或减数分裂形成的, 有下列数种:

(1) 卵孢子 由大小行为完全不同的菌丝接合而成的孢子叫做卵孢子(如图1—12a) 大的球状分枝为藏卵器, 小的棒状分枝为雄器, 雄器内的细胞核进入藏卵器与卵球的核结合形成卵孢子. 有的藏卵器中仅一卵球, 只形成一个卵孢子; 有的有多个卵球, 形成多个卵孢子. (图1—12a)

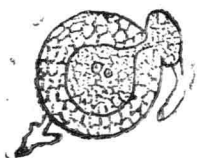


图1—12 a 真菌卵孢子形成

(2) 接合孢子 由大小行为完全相同的菌丝接合而成的孢子叫做接合孢子(如图1—12b)。

(3) 子囊孢子 在一个特殊分枝内, 细胞含有两个核, 这两个核结合后, 立即减数分裂产生两个核, 再分裂二次产生八个核, 每个核成为一个内生的孢子, 即为子囊孢子. 图1—13是其形成过程示意。

(4) 担孢子 在一个特殊分枝内, 细胞含有两个核, 这两个核结合后, 立即减数分裂产生两个核, 再分裂

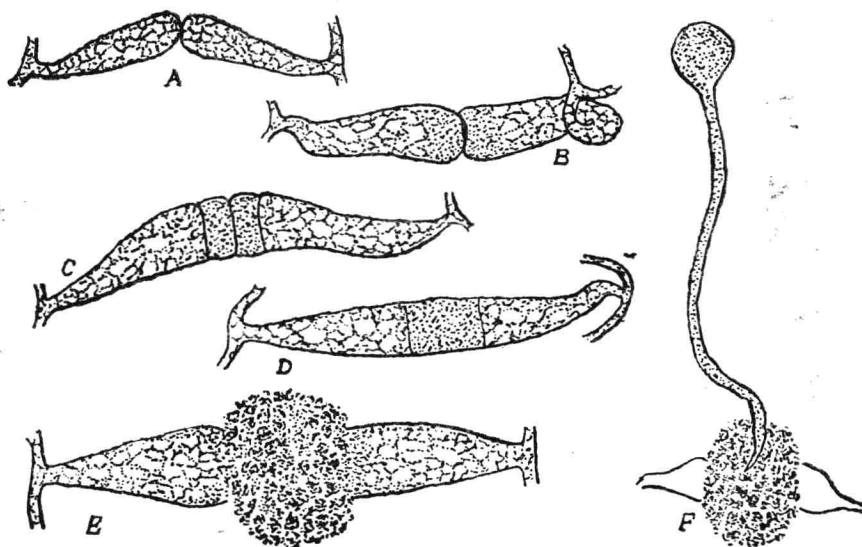


图1—12 b 真菌接合孢子的形成和萌发

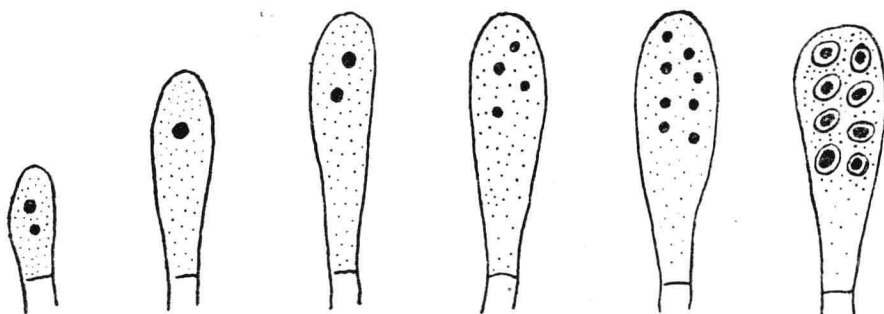


图1—13 子囊孢子形成过程

一次产生四个核、各移至此特殊分枝的顶端,成为四个外生的孢子,即为担孢子。图1—14是其形成过程示意。

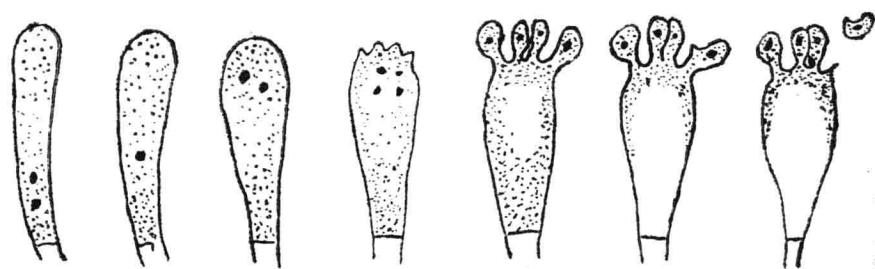


图1—14 担孢子形成过程

一种真菌只有一种有性孢子。人们把真菌生出那种有性孢子作为分纲的根据。无性孢子的形态在真菌的分类鉴定上也是十分重要的特征。

三、真菌各纲的代表

植物分类学认为,植物的有性繁殖器官的形态变化,最能反映物种进化演变的客观规律。因此,人们根据真菌有性孢子的性状,把真菌分为三纲。但有许多真菌迄今尚未发现它们的有性孢子,不能归在这三纲之内,于是暂时另归一群,按无性繁殖器官的特征给它们分类。

真菌三纲一群是:

藻状菌纲:营养菌丝无分隔,是藻状菌纲真菌的特点。有性孢子为卵孢子或接合孢子。

子囊菌纲:有性孢子为子囊孢子。

担子菌纲:有性孢子为担孢子。

半知菌群(或称半知菌纲、或称不完全菌纲。所谓“半知”或“不完全”,均指缺有性繁殖器官。)

下面列举的是一些常见的真菌代表:

1.根霉: 在自然界分布很广,因它是分解淀粉较活跃的菌,所以是制酒曲的重要菌种。在猪的糖化饲料中,利用根霉糖化淀粉,并产生一些有机酸,增加饲料营养价值。

根霉的菌落在培养基上扩展很快,此菌的大部分菌丝是气生菌丝,气生菌丝匍匐于营养基质表面上,称为匍匐丝。匍匐丝生节,从节向下分枝,形成假根,这是根霉的突出的特征。假根可附着于着生部位的表面或伸入营养基质吸取养料。从节向上生了3—4个分枝,上生孢子囊,囊内生孢子(囊孢子)。孢子囊成熟,囊膜破裂,孢子飞散传播各处(图1—15)。

根霉的有性孢子是接合孢子。它的菌丝体有性别分化,分为记别“十”和“一”(而不是雄性和雌性)。只有“十”菌丝和“一”菌丝相遇才能产生接合孢子。根霉主要靠无性的囊孢子繁殖,它的接合孢子很少产生,故在实践中没有意义。

2.毛霉 在自然界分布很广,空气、土壤中有很多。腐乳制造过程中生长的白霉便是毛霉。毛霉的形态和根霉很相似;毛霉无假根,是其区别。

3.曲霉 曲霉是工农业生产上一类重要的真菌,广泛存在于土壤、空气和各种物品上,能分解有机物质。某些曲霉更是我国自古以来酿酒做醋的重要曲种。

曲霉的菌丝体发达,菌丝有横隔,无性繁殖产生大量分生孢子。其形成过程是:首先由

基内菌丝生出直立的不分枝的分生孢子梗，顶端膨大成为圆球形顶囊。顶囊周围密生短杆状



图 1—15 根霉的孢子囊

小梗，小梗顶端串生单胞园形的分生孢子。孢子黄色、绿色或黑色。小梗可能是一层，有的曲霉小梗有两层。下层为初生小梗，短柱状；上层为次生小梗，瓶状。分生孢子随风飞扬，传播各处（图 1—16）。

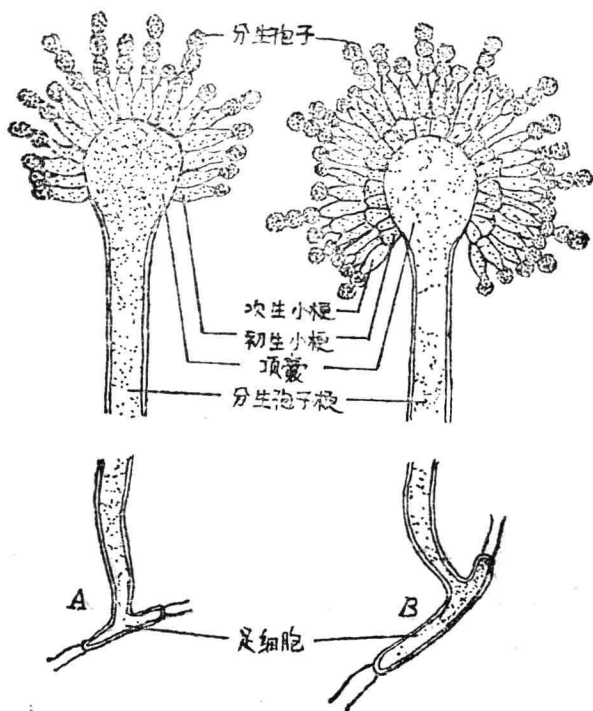


图 1—16 曲霉的分生孢子梗