

微生物学基本知识

湖南省农业微生物训练班

一九七二年十二月

目 录

第一章 微生物的形态	(1)
第一节 细菌的形态	(1)
一、细菌的外形与大小	(1)
二、细菌细胞的构造	(2)
三、细菌的繁殖和菌落形成	(7)
第二节 放线菌的形态	(7)
一、放线菌的个体形态	(8)
二、放线菌的菌落特征	(8)
三、放线菌的主要种类	(8)
第三节 真菌(以霉菌、酵母菌为代表)的形态	(11)
一、霉菌的形态	(11)
二、酵母菌的形态	(16)
第四节 病毒	(17)
第二章 微生物的生理特性	(19)
第一节 微生物的营养	(19)
一、微生物细胞的化学组成	(19)
二、微生物的营养类型	(21)

第二节 微生物的呼吸.....	(23)
第三节 微生物的其他生活条件.....	(25)
一、环境中的酸碱度.....	(25)
二、温度.....	(26)
三、水分、空气湿度、渗透压.....	(27)
四、光及射线.....	(28)
第四节 微生物的生长曲线.....	(29)

第 第三章 菌种的保存和复壮..... (32)

第一节 菌种的保存.....	(32)
一、斜面冰箱保存法.....	(32)
二、矿油保存法.....	(33)
三、砂土管法.....	(33)
第二节 菌种的退化与复壮.....	(35)
一、菌种退化的现象和原因.....	(35)
二、衰退菌株的复壮.....	(36)

第 第四章 微生物基本操作技术..... (41)

第一节 显微镜油镜的使用.....	(41)
第二节 染色标本和水浸标本的制作.....	(44)
第三节 培养基的配制.....	(46)
第四节 培养基和器皿的灭菌与消毒.....	(50)
第五节 微生物的接种技术.....	(54)

第一章 微生物的形态

毛主席教导我们：“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。”微生物是一群范围极其广泛的低等生物的总称。它区别于其他生物的共同“特殊的矛盾”和“特殊的本质”是它的形体小，肉眼不可见，需要在显微镜下才能看到；构造简单，多为单细胞或简单的多细胞，有的甚至没有细胞构造。它广泛分布于自然界的空气、水和土壤中。微生物学研究的主要对象是细菌、放线菌、霉菌和酵母菌中对人类有益的一些种类，研究它们的形态特征、生理特性和培养应用的方法，以便充分利用它们的有益作用为社会主义工农业生产和人民的卫生保健事业服务，为中国革命和支援世界革命服务。

要利用微生物，首先必须认识微生物，懂得微生物的性质，懂得它要求的生活条件，掌握它的规律。而要认识微生物，就需要从研究微生物的形态入手。根据这一目的，本章分别介绍细菌、放线菌、霉菌和酵母菌的形态特征。

第一节 细菌的形态

一、细菌的外形与大小

细菌是单细胞的微生物。其基本形状有三类：球状、杆

状、螺旋状。

1. **球菌**：球状细菌称为球菌。球菌单独存在时，是正圆形，叫单球菌。例如分解尿素能力很强的尿小球菌。球菌形成群体时，依其联合方式不同而分为双球菌（如肺炎双球菌），链球菌（如乳酸链球菌），四联球菌（如四联小球菌），八联球菌（如尿八联球菌）和葡萄球菌（如金黄色葡萄球菌）。

2. **杆菌**：杆状细菌称为杆菌。杆菌一般单独存在，但也有两个或多个相联接的称为双杆菌和链杆菌。各种杆菌细胞的长短，粗细，长与宽的比例以及菌体两顶端的形状（有的平截，有的钝圆等）因菌种不同而异。如杀螟杆菌菌体两端钝圆。

3. **螺旋菌**：菌体弯曲呈弧状的称为弧菌。弯曲超过一圈呈螺旋状的，称为螺旋菌。

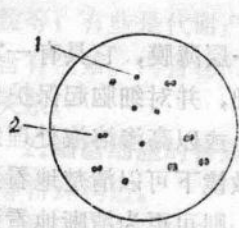
各种细菌的典型形态，在其生长发育的幼年时期和培养条件适宜时表现出来。许多细菌在其生长发育的不同阶段和培养条件发生改变时，其形态也发生不同程度的改变。

细菌的个体极小，表示细菌大小的单位是微米（一般用符号 μ 来表示，一微米等于千分之一毫米）。测量细菌大小，需用测微尺在显微镜下进行。

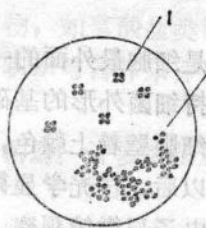
球菌直径为0.5—2微米左右。杆菌一般长1—5微米左右，宽为0.5—1微米。

二、细菌细胞的构造

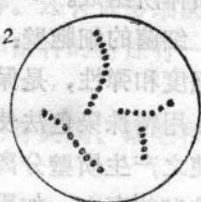
细菌细胞虽小，却具有相当复杂的内部构造。由于电子显微镜的发明，为研究细菌细胞的内部构造创造了许多方便



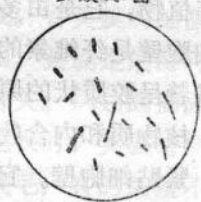
1. 单球菌
2. 双球菌



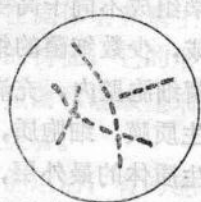
1. 四联球菌
2. 葡萄球菌



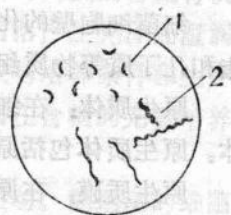
链球菌



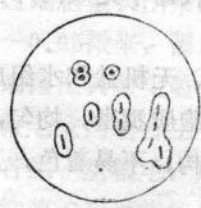
杆菌



链杆菌



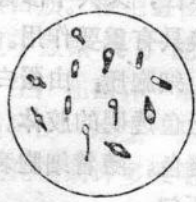
1. 弧菌
2. 螺旋菌



荚膜



鞭毛



芽孢

细菌的形态结构

的条件。

1.细菌细胞的基本构造。一般细菌细胞都由细胞壁和原生质体所组成。

细菌的细胞壁：是细胞最外面的一层薄膜，它具有一定的强度和弹性，是保持细菌外形的基础，并对细胞起保护作用。用特殊染色法使细胞壁着上颜色，或以高渗溶液处理细胞使之产生质壁分离以后，在光学显微镜下可以清楚地看到细胞壁的存在。如用电子显微镜观察，则可更为清晰地看到细胞壁。

细菌细胞壁的化学组成不同于高等植物，它是由多糖类脂和几丁质等物质组成，少数细菌的细胞壁是纤维素的。

原生质体：在细菌细胞壁内，充满着呈胶质状的原生质体。原生质体包括原生质膜，细胞质，核物质和内含物。

原生质膜：在原生质体的最外层，紧贴细胞壁。它的主要成分是类脂质，蛋白质与核糖等组成。原生质膜柔软，富于弹性，又具半渗透性，它在细胞新陈代谢中完成内外物质交换具有重要作用。

细胞质：由蛋白质、糖类、类脂质、无机盐和水组成，为无色透明的胶体。幼嫩细菌细胞的细胞质稠密，均匀，容易着色。随着细胞衰老，形成多孔状结构，不易着色，且着色不匀。

核物质：大多数细菌细胞没有分化成形的核，这是它们和高等动植物细胞结构的重大差别。但在细菌细胞内却存在着大量的核物质，这些物质，没有和细胞质分开，有的是均匀扩散于细胞质中，有的则具有细胞核粒，分散在细胞质中，只有极少细菌具有原始细胞核的构造。

内含物：除核质外，细菌细胞内还含有其它内含物。内含物中有些是贮藏物质，如蛋白质、脂肪、淀粉、肝糖、硫磺粒等；有些是代谢产物，如草酸盐类等。还有许多细菌体内含有色素。内含物的积累与营养条件和菌种的特性有一定的关系。

2. 细菌细胞的特殊构造：许多细菌还有荚膜、鞭毛和芽孢等特殊构造。

荚膜：有些细菌由于细胞壁的粘液化而形成了荚膜。荚膜主要是由多糖类物质所组成。少数细菌的荚膜由含氮有机物组成。有荚膜的细菌在固体培养基上菌落产生光泽而湿润的表面。荚膜是细菌种的特征，它的形成与培养条件 and 生产环境有关。例如圆褐固氮菌和硅酸盐细菌在含糖的无氮培养基上生长时，荚膜特别显著。

鞭毛：有的细菌不能运动，有的能运动。能运动的细菌可形成鞭毛。鞭毛是细菌的运动“器官”。鞭毛是由原生质丝穿过细胞壁长出来的，其化学成分为蛋白质。鞭毛直径为 $0.02-0.05$ 微米，需用特殊染色法或用电子显微镜才能看见。细菌按其鞭毛着生的情况可分为单生：在菌体一端生一根鞭毛或两端各生一根鞭毛；丛生：菌体的一端生一丛或两端各生一丛鞭毛；周生：在菌体周围生几根或许多鞭毛。

细菌的鞭毛往往只有在培养初期（12—24小时）产生，能运动。培养时间过长则失去鞭毛，不能运动。

芽孢：有的细菌在其生长发育的一定阶段中能形成芽孢（又称内生孢子），称为芽孢细菌。芽孢的形状、大小和着生位置因菌种而异。如枯草杆菌的芽孢椭圆形，位于细胞中部，直径小于细菌细胞的宽度，形成芽孢时菌体不变形。丁

梭状芽孢杆菌的芽孢椭圆形，位于细胞中部或稍偏，直径大于细胞宽度，在形成芽孢后，菌体变为梭形。纤维素分解菌的芽孢圆形，位于细胞的顶端，直径大于细胞宽度，在形成芽孢后，菌体呈鼓槌形。杀螟杆菌的芽孢椭圆形，位于细胞的一端。

芽孢透明无色，折光率高，不易着色，需用特殊的染色法将菌体和芽孢染成不同颜色，置显微镜下，才能观察清楚。

芽孢既是芽孢细菌生活史中一个特定阶段，又是芽孢细菌适应不良环境的休眠体。芽孢是细菌细胞一部分原生质浓缩失水而成。含有芽孢的菌体，称为孢子囊，芽孢成熟后，孢子囊即消失。芽孢几乎没有物质代谢作用，也不生长繁殖。芽孢遇适宜环境可萌发形成新的菌体，继续进行生长繁殖。

由于芽孢含水量很少（水份多以束缚水状态存在），又具有不易渗透的厚壁，所以芽孢对不良环境如高温、干燥、化学药物等的抵抗力比它的营养细胞要强得多。例如一般无芽孢细菌 60°C 温度下，10分钟就可全部死亡，而芽孢则可在 100°C 温度下保持几分钟至几小时而不死亡。芽孢耐高温的原因是由于它含水少，原生质稳定，所以必须在高压下，使灭菌温度提高到 $120 - 125^{\circ}\text{C}$ ，干热灭菌要提高到 $140 - 160^{\circ}\text{C}$ ，才能彻底消灭芽孢。或采用间隙灭菌法连续灭菌三天。第一天加热至 100°C ，维持一小时，以杀死细菌的营养细胞，然后置 $28 - 30^{\circ}\text{C}$ 下培养一天，使芽孢发芽；第二天再加热至 100°C 一小时，杀死已萌发的芽孢，再置 $28 - 30^{\circ}\text{C}$ 下培养一天，使其余芽孢全部萌发；第三天再加热至 100°C 一小时，这样也可达到彻底消灭芽孢的作用。

三、细菌的繁殖和菌落形成

细菌的繁殖方式是裂殖，即一个母细胞分裂为两个子细胞。在分裂繁殖初期，原生质进行重新分配，分为两部分，然后形成横隔膜，最后分离成两个子细胞。大多数细菌细胞从中部分裂形成两个大小形状相似的子细胞，叫同形分裂，有些细菌分裂时，在一头形成隔膜，产生两个大小形状不同的子细胞，叫异形分裂。

细菌细胞在固体培养基上生长时，由于不能自由扩散，常局限于一定范围内繁殖，形成肉眼可见的细菌集落，称为菌落。不同种类的细菌所形成的菌落，其大小、厚度、表面状况、边缘形状、质地、透明度、颜色及生长快慢等各不相同，这是我们认识和鉴别细菌种类的重要参考。多数细菌菌落表面湿润光滑、有光泽，半透明或不透明，有各种颜色，有些干燥具皱纹，菌体与培养基结合不紧易被针挑起。同种细菌在不同培养基上，菌落形态也有变化。

细菌在液体培养基中生长时，由于各种细菌的生活习性不同，也会表现不同形态，有的使培养液形成均匀一致的混浊液，有的形成沉淀，有的形成表面菌膜等。

第二节 放线菌的形态

放线菌在土壤中分布极广，尤其是在碱性土壤和富含有机物的土壤中分布特别多。它在土壤中生长比细菌和真菌都较慢，常常在有机质分解的后期起重要作用。放线菌中有许多种类可产生抗菌素，能抑制其他微生物的生长，甚至能杀

死它们，是抗菌素的主要产生菌。目前已知的抗菌素中，由放线菌产生的约占三分之二左右。放线菌的这种特性，对人类卫生保健和经济事业具有重大意义，因此，人们早已将放线菌作为一个特殊的微生物类群来进行研究。

一、放线菌的个体形态

放线菌也是单细胞微生物，它的个体形态是分枝的丝状体，叫菌丝体。菌丝的宽度与杆状细菌细胞的宽度差不多，菌丝无隔膜，其内部构造也与细菌相似，没有成形的核。放线菌没有荚膜，不生鞭毛，不形成芽孢。以菌丝断裂或形成分生孢子进行繁殖。

二、放线菌的菌落特征

放线菌在固体培养基上生长时，由于菌丝体不断发展增多，形成肉眼可见的菌落。菌落直径一般为1—2毫米，营养菌丝（又称基质菌丝）深入培养基内，气生菌丝暴露在空气中。孢子形成前，菌落表面呈紧密的绒毛状，坚实多皱，不易被接种针挑起。孢子形成后，菌落表面呈粉末状。很多放线菌的菌丝和孢子，有不同的颜色，有的还可向培养基中分泌色素，所以在菌落的正面和反面常有不同颜色和色素。许多放线菌菌落还具有特殊气味。

三、放线菌的主要种类

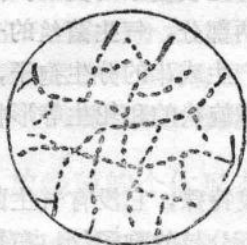
1. **原放线菌**：是放线菌中形态比较简单的类型。主要形态是分枝丝状体。以菌丝体断裂成为球状或杆状体进行繁殖，形成新的菌丝体。

2.放线菌：是放线菌中形态比较复杂的类型。分枝菌丝体分化为基质菌丝和气生菌丝两部分，气生菌丝的一部分可分化形成孢子丝，在孢子丝上产生成串的分生孢子，进行繁殖。孢子丝有直的、弯曲的、螺旋状的和轮生等形状，是鉴别菌种的重要依据。

3.小单孢菌：菌丝形态比较特殊，它没有气生菌丝，从基质菌丝向上生长形成分枝或不分枝的孢子丝，在每一根孢子丝的顶端产生一个分生孢子，进行繁殖。

“5406”抗菌菌就是放线菌中的一种。个体形态为分枝丝状体，以分生孢子繁殖。在马铃薯培养基上生长时，菌落特征为：基质菌丝深入培养基内，呈浅褐色，气生菌丝呈浅草绿色，菌落紧密坚实多皱。孢子丝成螺旋状，新形成的分生孢子呈粉白色，成熟后的分生孢子呈粉红色的粉末状。孢子层表面有褐色露珠。并放出清凉的冰片香味。“5406”同时能产生抗菌素和刺激素，已被广泛应用于农业上生产抗菌菌肥料。

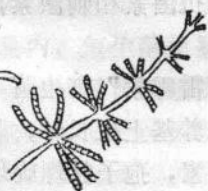
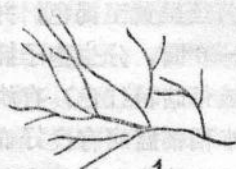
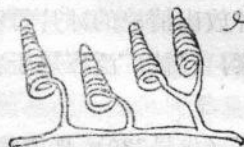
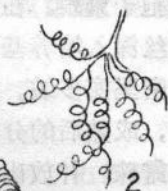
“春雷霉素”产生菌（代号730），是放线菌中的另一种，在固体培养基上生长时，基质菌丝呈黄至褐色，并产生黄色可溶性色素，孢子丝螺旋形1—6圈，分生孢子椭圆形或球形，成熟时呈灰色或灰白色（或带暗粉红色）有淡黄色或白色露珠。春雷霉素在农业上对水稻稻瘟病有良好的防治效果，在医学上是治疗绿脓杆菌感染的优良抗菌素之一。



原放线菌
菌丝断裂成杆状体



小单胞菌
菌丝和分生孢子



放线菌

1 气生菌丝

2 孢子丝

第三节 真菌（以霉菌、酵母菌为代表）的形态

真菌在微生物中是比较高级的类型。它与细菌和放线菌比较有如下几个重大差别：

（1）真菌的细胞构造：比细菌和放线菌的细胞大而且复杂得多，真菌具有明显的核；（2）真菌的形态比细菌和放线菌复杂，它包括由单细胞到多细胞的菌丝体以及复杂的多细胞的伞状菌类；（3）真菌的繁殖方式也较复杂，它一般以孢子繁殖，孢子中又包括无性孢子和有性孢子两大类。

一、霉菌的形态

霉菌是工农业生产上极其重要的一类微生物。我国劳动人民在几千年前就熟悉霉菌的特性，制成各种食品。近年来生产上应用霉菌的范围更加广泛，在农业、医药、化学、食品等工业都已广泛利用。目前，推广各种曲霉发酵饲料发展养猪事业，深受贫下中农欢迎。但是“事物都是一分为二的。”有的霉菌是动、植物的病原菌，在南方梅雨季节，霉菌往往引起各类工业原料制品及农产品的腐蚀及霉烂而造成损失。

（一）霉菌的一般形态：

霉菌在组织器官上已明显地分化为营养体和繁殖体两大部分。

1. 霉菌的营养体：霉菌营养体即菌丝体，由菌丝组成。菌丝是分枝的丝状体。其平均宽度为3—10微米，比细菌和放线菌细胞大几倍到几十倍。霉菌菌丝有两种基本形态：

(1) 无隔菌丝。菌丝不分隔，细胞原生质中含有多个核，细胞壁明显。藻菌纲的真菌属于此类型。

(2) 有隔菌丝。菌丝为多细胞。每个细胞内含一个或多个核。子囊菌纲和担子菌纲属此类型。

有些真菌的菌丝可以聚集，组合并分化成为菌丝束和菌核等。

菌丝的再生能力很强，断裂成小段的菌丝仍可继续生长形成新的菌丝体。

霉菌的菌丝分为两类：一类伸入培养基内，称基质菌丝或营养菌丝；一类伸于空气中，称气生菌丝。气生菌丝的一部分，可产生各种孢子进行繁殖。

2. 霉菌的繁殖方式：霉菌除由菌丝不断增长或由菌丝的部分节段生长形成菌丝体外，还可形成各种无性和有性孢子进行繁殖。

无性孢子：可分内生和外生两类。

(1) 内生孢子，藻菌纲的某些真菌在其菌丝的顶端，可形成孢子囊，内含大量的孢囊孢子或游动孢子，为内生孢子。

(2) 外生孢子，主要是各种分生孢子，着生于分生孢子梗上。由菌丝顶端分割或缢缩形成。其形状、大小、颜色、着生方式因菌种不同而异。

还有些真菌的菌丝可产生局部细胞质浓缩，孢壁加厚，形成一种休眠体，可抵抗不良环境，叫厚垣孢子。

有性孢子：真菌有明显的有性过程，产生各种有性孢子，藻菌纲的有性过程，形成卵孢子和接合孢子。卵孢子是由两个形状大小不同的配偶细胞结合(异形配偶)而形成的。接合孢子是由形状大小相似的配偶细胞结合(同形配偶)而形成的。

子囊菌纲的有性过程，是由两个菌丝或有性器官结合后，形成子囊和子囊孢子，子囊孢子包含于子囊内。大多数子囊着生于子囊盘或子囊壳内。

担子菌纲的有性过程形成担孢子，它着生于一个特殊的叫做担子的细胞上，一个担子上通常长有4个或多个担孢子。

（二）几种常见霉菌的形态：

1.毛霉：菌丝体呈棉花团状，白色或灰白色，无横隔膜。具有多数细胞核。无性繁殖形成孢囊孢子。开始时气生菌丝顶端膨大，菌丝加长，成为一具有头部的长丝，头部下面生一隔膜使与菌丝分开。头部即为孢子囊，囊内充满着原生质和许多细胞核。每个核周围的原生质浓缩，外面形成孢壁，就成为孢囊孢子，孢囊孢子遇适宜环境又发芽生长成为菌丝体。

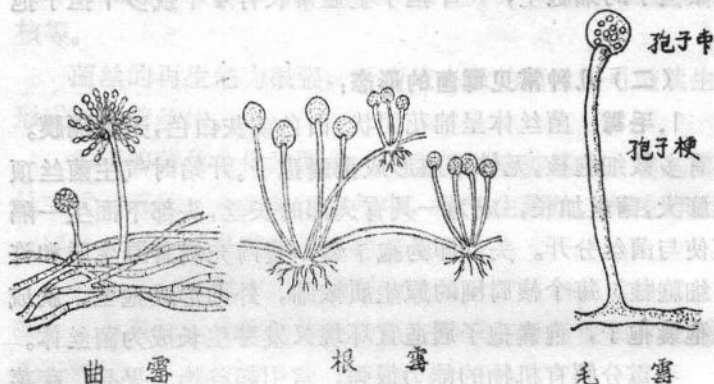
毛霉分解有机物的能力很强，常引起谷物、果品、蔬菜及其他食品的腐烂，酿造工业上常用作糖化菌。腐乳制作过程中生长的霉也是毛霉。

2.根霉：菌丝体为白色棉花状，无隔膜，气生性强，大部分菌丝为气生菌丝。气生菌丝常匍匐于培养基表面叫蔓丝。蔓丝生节，节下生假根，伸入培养基中吸收营养。无性繁殖形成孢囊孢子，由蔓丝节向上长出孢囊梗和孢子囊，囊内形成大量孢子囊孢子。其有性繁殖通过同形配偶的结合形成接合孢子。

根霉分解有机物的能力也很强，常引起谷物、果蔬腐烂，工业上常用作淀粉糖化菌。

3.曲霉：菌丝短而密集，有隔膜。无性繁殖形成分生孢子。由基质菌丝向上长出分生孢子梗，顶端膨大，再由膨大

部分向周围长出一层密集的短杆状辐射小梗，小梗顶端着生成串的球状分生孢子。分生孢子梗的形状和分生孢子的颜色，因菌种不同而异。如黑曲霉的分生孢子黑色，黄曲霉的分生孢子黄色。曲霉的有性繁殖形成子囊和子囊孢子。



4.青霉: 菌丝短而密集，有隔膜。无性繁殖产生分生孢子。由基质菌丝向上生出分生孢子梗，分生孢子梗顶端分枝，分枝上又有再次分枝，形成扫帚状。分枝顶端着生成串的分生孢子，孢子圆形，青绿色。青霉的有性繁殖形成子囊和子囊孢子，较少见。

5.赤霉菌: 又称水稻恶苗病菌。“九二〇”是它的代谢产物，又称赤霉素。是一种植物生长刺激素。

赤霉菌是一种子囊菌。营养体为有隔菌丝。繁殖方法分有性繁殖和无性繁殖两种。无性繁殖产生两种分生孢子。大型分生孢子为镰刀形，无色，有1—5个隔膜；小型分生孢子为椭圆形，无隔膜。有性繁殖形成子囊和子囊孢子，子囊