

微生物学

大连水产学院养殖系

1980.2

22
1

微生物学

主编 王德纯

111

目 录

绪 言	2
第一章 微生物的形态结构	5
第一节 细菌	5
第二节 放射菌	14
第三节 真菌	16
第四节 病毒	22
第五节 其它微生物	24
第二章 微生物的生理特性	28
第一节 微生物的营养和生长	28
第二节 微生物的呼吸	37
第三章 微生物的遗传育种与保藏	42
第一节 微生物的遗传和变异	42
第二节 微生物的选种	46
第三节 微生物的诱变育种	49
第四节 菌种的复壮与保藏	54
第四章 微生物的生态	57
第一节 微生物在自然界的分布	57
第二节 微生物在物质转化中的作用	61
第三节 微生物的生态循环	69
第五章 传染与免疫	72
第一节 传染	72
第二节 免疫	76
第三节 抗原和抗体	77
第四节 血清学反应及其应用	79
第六章 微生物的分类和鉴定	86
第一节 微生物的分类单位和命名	86
第二节 微生物分类的依据	88
第三节 微生物的分类系统	90
附 录 伯杰 (Bergey) 代真菌目析索表	92
第七章 鱼类的腐生菌与病原菌	96

第一节	鱼类的腐生菌	96.
第二节	鱼类的病原菌	97.
第三节	细菌性鱼病病原菌的研究方法	101.
第八章	微生物的饲料学作用	103.
第一节	饲料的生化发酵	103.
第二节	细菌絮凝物的形成及意义	105.

绪 言

什么是微生物？微生物是形体微小，肉眼难以识别，结构简单的生物。它们也归结在一起的庞大生物群。在这个庞大的生物群中，一部分是属于植物，例如，原核的蓝藻、细菌和放线菌以及真核单细胞的真菌；一部分是属于动物，例如真核单细胞原生动物（草履虫、鞭毛虫、钟虫、毛滴虫）。另外，在习惯上也把非细胞状态的病毒放在这一大类群内，但是藻类及原生动物分别属于藻类学与原生动物学讨论的范围，所以一般所说的微生物只包括细菌、放线菌、一部分真菌（如酵母菌与霉菌）以及病毒、立克次体等。

微生物与动物、植物一样具有一切生命活动形式，但和动物、植物比较起来，又有其独特的地方：

第一、分布广、种类多、数量大

微生物在自然界分布最广，在大气中，从地球表面的空气直到两万零公尺的高空都布着微生物。在水里，江、河、湖、海也都有微生物的存在，就连温泉里或者数千米深的海底，也都有微生物。在陆地上，从热带的丛林，到冰封的极地，在人迹稀少的高山上还是在几十米深的石油钻井里也能找到各种不同微生物。在人体和动、植物体内外也都生活不少微生物，有的能引起人体和动、植物体的各种疾病。

自然界中已知细菌约1,000种左右，放线菌500种以上，真菌1,000,000种左右。

微生物的数量也是惊人的，土壤更是微生物滋生的大本营，是微生物存在最多的地方，一克土壤中的微生物就可达数亿之量。

第二、生长繁殖快

一般细菌在适宜条件下，每20分钟就可以繁殖一代，这样下去，一个菌体在24小时内即可繁殖72代，其数量可达四万亿亿个，经过四、五天就能形成和地球一样大的物体，但是事实上并非如此，实际的自然条件往往不能满足微生物的生长需要，所以微生物也不能无限制的生长繁殖下去。

微生物繁殖快的基本原因是新陈代谢能力强。因为微生物个体微小所以它具有极大的表面积/体积比值，正是这个原因，它才能够与周围环境之间迅速交换营养物质与废物，通过新陈代谢能把许多无生命的物质，从极高的速度合成维持生命所需要的物质。

第三 易于变异

微生物的个体小，对环境的变化抵抗力差，当环境条件变化缓慢时，大量的微生物为了适应新的环境而逐渐改变原来的特性，发生变异而适应新的环境，当环境条件剧烈变化时，大量的个体死亡而被淘汰，个别和少数个体发生变异而适应新的环境生存下来。

微生物的这些特性，是广泛应用微生物于工农业生产极为有利的条件。

现在微生物学用到工农业上，农业土壤上及医药卫生上的部分已成为独立的重要的科学分支。

我们记得，微生物学很早就被应用到工业方面，特别是酿造工业方面，发酵微生物学的发见，不仅提高了酿造与其它付食品发酵工艺水平，而且为化工原料开辟了新的途径，许多重要的有机原料和有机溶剂，如乳酸、丙酮、丁醇和丁酸等都借助于微生物的作用而获得。

微生物在医学方面，自从巴斯德(1822—1895, 法国人)和苛赫(1853—1910, 德国人)开始了传染病病原菌的研究工作后，微生物学就在医学中占有重要的地位。

解放后，我国劳动人民的健康和卫生情况一向是党和政府所最关心的问题，政府组织了大量人力物力对各种疾病的病菌特性，致病作用的原理以及传染与免疫的特性和它与动物体的相互关系等方面都作了研究，并且在防治措施上应用微生物的代谢产物和作成各种药剂，用菌体本身作成各类的预防疫苗或菌

苗。用某些特异的血清治疗疾病等都有很大的发尸；如目前正式生产的生物制品（包括诊断用的），已达一百余种。除生产常用的一些生物制品如卡介苗、牛痘苗、大脑炎疫苗、狂犬病疫苗、白喉类毒素和抗毒素、破伤风类毒素和抗毒素等以外，近些年来还为了预防和治疗常见病和复发病，研制了哮喘菌苗、流脑菌苗、麻疹疫苗等，成为向传染病作斗争的重要武器。

微生物在农业水产方面，作用极大。

我们知道水土是微生物活动的大本营，它在决定水土肥沃的程度起着决定性的作用；土壤和水域中有许多可以为植物营养的元素，但这些元素大多含在化合物中，植物不能吸收利用，而必须依靠那些有益微生物慢慢地把它们变为植物吸收的营养物质。这样土壤和水中潜在的肥力就成为有效肥力了。同时微生物又可通过另一种方式来改良水土中的肥力，即某些微生物可收大气中氮肥的累积。在农业上施用的各种细菌肥料如固氮菌肥，磷细菌肥，硅酸盐细菌肥等，都是用来添加土壤中可被植物生长利用的氮、磷、钾、镁等营养元素。在水产养殖方面应用微生物的作用促进生产的实例也很多。目前我国有好多省、市、自治区和生产单位利用微生物的发酵作用进行精化饲料和颗粒饲料的研究工作，收到一定成效。近年来，国内许多学者对细菌絮凝物的形成及其作用十分重视，他们作了一些研究工作，一致认为通过絮凝作用，使细菌及细菌所附着的有机物可能发挥直接饲料作用。

但是有些微生物也给农业和水产带来不利。就水产而言，水中某些微生物常给鱼类带来各种传染病，使鱼类养殖业带来重大损失。如我国流行广、危害大的青草鱼肠炎病，烂鳃病以及草鱼出血病等，均由细菌和病毒引起的。某些霉菌也可以使鱼卵、鱼种及成鱼患病。水中还有些特殊的细菌，如分解纤维素的细菌，可以使养殖及捕捞工具造成严重破坏；引起藻类腐烂的细菌，使藻类的幼苗到成体都会造成巨大损失。多年来，水产工作者和广大群众为此作了大量工作，创造了许多防治鱼病的措施和方法。另外还发现鱼类病原微生物制成菌（液）苗，同样可能有效地控制鱼类的传染病的发生和发尸，近年来各地有不少的实验，都取得了一定的效果。

总之，自然界里的微生物的种类繁多，资源丰富，在国民经济中各行各业都有重大的作用。学习微生物学的目的，就在于掌握微生物学的基本知识，并学会研究微生物的方法和必要的技术，以便在生产力和科研工作中的防疫除害以及筛选优良新菌种，扩大应用微生物的种类和范围方面作出贡献。

第一章 微生物的形态结构

各种微生物都有固有的形态，但种属相近的微生物在形态学上没有多大差别，所以形态学只能作为鉴定微生物的参考。

第一节 细菌

一、细菌的大小

细菌的体积很小，通常以微米(μ)计算。一微米等于千分之一毫米。不同种的细菌大小很不一致，一般用显微镜测微计测量之。链球菌和葡萄球菌的直径约为0.8—1.2微米，大球菌的直径可达2微米，大杆菌如炭疽杆菌长3—10微米，宽0.5—1微米，小杆菌如流行性感冒杆菌仅长0.7—1.5微米，宽0.2—0.4微米，弧菌长1—5微米，宽0.3—0.5微米，螺菌长1—50微米，宽0.3—1微米。

细菌的大小在生长、繁殖的生活不同阶段可发生变化，也可以受环境因素的影响。

二、细菌的形态

细菌在一定的外界环境下需保持一定的形态，平常所谓的正常形态，是指在适宜的培养基和温度下，生长旺盛的细菌所显示的形态。

(一) 正常形态

细菌的形态大体上可分为球状、杆状和螺旋状三种，分别叫做球菌、杆菌和螺旋菌。

1. 球菌：单个菌体基本上是球形，按其分裂的方向和分裂后的排列情况，可分为：

- ① 单球菌：常单一独立存在。
- ② 双球菌：由一个平面分裂，分裂后两个菌体成对存在。
- ③ 链球菌：也是由一个平面分裂，分裂后的菌体联在一起。

是链状存在。

④ 四联球菌，由两个互相垂直的平面，分裂后联在一起。

⑤ 八连球菌，由上下前后和左右三个互相垂直的平面分裂后八个排在一起。

⑥ 葡萄球菌，由二个和三个平面作不规则的分裂，分裂后菌体聚集在一起。



图1 各种球菌的形态

2. 杆菌，依细菌排列的情况，大小及有无芽孢来分。

① 按着细菌的排列情况，可分为单杆菌、双杆菌和链杆菌。

② 按细菌的大小来分，长而细的是柱状，叫长杆菌，短而粗的是呈棒状叫短杆菌。

③ 按芽孢的有无来分，能在不良环境条件和老培养中形成芽孢的叫芽孢杆菌，不能形成芽孢的杆菌称为无芽孢杆菌。

另外有的杆菌生成侧枝，称为分枝杆菌，有的杆菌的末端膨大称为棒状杆菌。

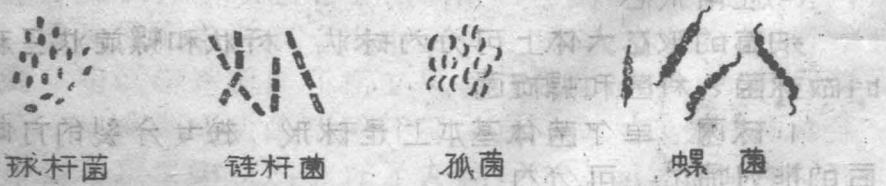


图2 杆菌和螺旋菌的形态

3. 螺旋菌，依细胞弯曲的情况，不同分为以下几种：

① 弧菌：菌体只有一个弯曲，形如逗号或香蕉。

②螺菌，螺菌较弧菌弯曲，回绕如螺旋，菌体较硬，有坚韧的细胞壁。

(二)细菌的变态性

细菌除在适应的条件下维持正常形态以外，在生长的各个阶段，形态会发生改变。在刚要分裂之前，菌体长大切长，着色均匀，即在平常具有异染颗粒的菌种，此时也看不到颗粒，细菌分裂后，菌体恢复正常的大小，到达老令时，菌体着色不均匀，呈颗粒状的构造。球菌体积膨大，杆菌是Y状、丝状和球状，即所谓的变态形态。

在不适应的环境中，细菌的形态也发生变化，引起细菌形态变化的因素很多，如不适应的温度酸碱度、表面张力的改变，各种放射线、化学药品、细菌的代谢产物、免疫血清的影响等。例如大肠杆菌在表面张力较低的培养基中培养时，则菌体变为细长或呈丝状，石炭酸(0.1%)可以抑制伤寒杆菌鞭毛的产力，青霉素可以使细菌变形，膨大，杆菌伸长的为丝状球菌呈链状，革兰代阳性菌变为阴性菌。由于外界环境条件一时的改变而引起的形态变化，通常是暂时的，一旦外来的因素解除，细菌仍可恢复原来的形态，但异常环境持续过久时，已改变的形态也有不能恢复者，例如炭疽杆菌在42°C培养时，暂时失去生成芽孢的能力，若连续在此温度下培养数代，则永久不能生成芽孢，并变为无毒。

三、细菌细胞的结构

细菌体积微小，在普通显微镜下不能够辨别其详细构造，由于各种染色法、光学仪器(相差显微镜、荧光显微镜、电子显微镜)的应用，以及一些新技术如显微化学测定、超薄切片的发展，人们对于细菌构造及组成已逐渐明了。细菌细胞与高等生物细胞的结构基本是相似的，每种构造在细菌的活动中都起一定的作用的，细菌的基本结构有细胞壁和原生质部分。

(一)细胞壁

细胞壁包围在原生质的外面，细胞壁的厚度因菌种而不同，平均为10—30毫微米。细胞壁的重量占细菌体干重的10—40%左右。

细胞壁的化学成分也随菌种而异，一般是由肽、蛋白质和

脂肪糖甙排列而成。淀粉和蛋白质只有特²/₁₁抗原性。能在动物体内引起相应的抗体的产生，可以作为细菌分族及分裂的依据。脂类则与细胞壁的通透性有关，因为脂溶性物质可以溶于脂类中，然后被细菌吸收利用。

细胞壁具有一定的坚韧性和弹性，故可以维护细菌的外形。在高渗透压溶液中，细胞质会因失水而收缩，造成质壁分离，而细胞不失去它原来的形状。在低渗透压的溶液里，会因细胞质吸水而使细胞膨大。这些都充分地说明细菌的细胞壁不仅能固定形态，还有一定的保护作用。

(一) 原生质

原生质位于细胞壁内，由细胞质、细胞膜及核质组成。

1. 细胞质：细胞质是细菌的基础物质，呈胶体状态，外围有细胞膜。细胞质的化学组成随菌种、菌龄和培养基的成分而不同。基本成分是水、蛋白质、核酸、脂类，也含有少量的盐和无机盐。在真核生物体的细胞质内没有线粒体、高尔基体等细胞器。并且没有核膜将核质与细胞质分开，这是和真核细胞的主要区别。在有鞭毛的细菌细胞质内含有鞭毛的基体颗粒。在光合细菌的细胞内还含有载色体，其功能与高等植物的叶绿体相似。细胞质内含有许多酶系统。

细胞质内含有各种内含物的颗粒。内含物是细菌新陈代谢的产物，或是贮存的营养物质。其化学组成是糖、脂类、含氮化合物，或无机物（硫、磷酸钙等）。糖类内含物或为糖原或为淀粉。可作为细菌的能源来用。脂类初为小滴，因不易被细菌所利用，故随菌龄而逐渐消失。

2. 细胞膜：细胞膜紧密地贴在细胞质外面，是一个独立的膜，可以与细胞质分开。

一般厚为5—13毫微米。细胞膜的化学组成比细胞壁复杂，主要为脂类和蛋白质。蛋白质约占至多的40%，脂类占20%以上，核酸占10%，脂类大多与蛋白质和其它复杂的基团结合。

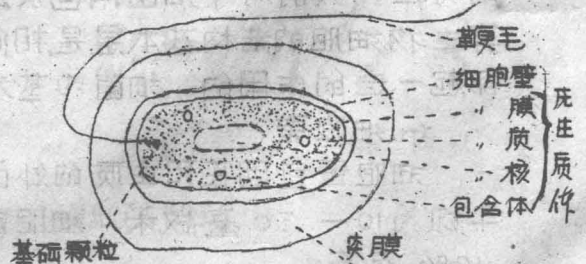


图3 细菌结构模式图

有的细菌细胞膜尚含有粒类。在革兰氏阳性细菌细胞膜中含有大分子的核糖核酸镁盐，此成分与革兰氏染色有关。在耐酸性菌中含有分枝菌酸（是脂类）它与抗酸性染色反应有关。细胞膜含有较完全的呼吸酶系统，是酶活动的主要场所。细胞膜具有半透性，与细胞壁一起维持细胞的通透性，调节细胞内体内外与外界环境的平衡。

3. 核质：前已说过，细菌细胞内的核质处并没有核膜包围着，一般呈球形、卵形或亚球形，在细胞质中形成一个比较透明的区域，其体积及结构因菌种及菌龄不同而有区别。在静止状态的葡萄球菌，核约占原生质体积的1-6%，在生长时可达13-16%。大肠杆菌核的体积较大。

核质的主要成分是去氢核糖核酸(DNA)和核糖核蛋白紧密联系成为一个海绵状的基本结构。核质还含有磷脂、粘原酶类和无机物。核质内的核酸物质与细菌的遗传变异有密切关系。

四、细菌的特殊构造

某些细菌具有特殊的构造，可以帮助鉴定菌种。

(一) 鞭毛

许多杆菌、弧菌和螺旋菌具有鞭毛，鞭毛甚为纤细，在普通显微镜下需用特殊染色法才能看到。应用电子显微镜，发现鞭毛是由原生质内基础颗粒生长而来的，穿过细胞膜和细胞壁而游离于菌体的外下。

鞭毛的长度和粗细因细菌的种类和环境的不同，直径一般不超过细菌细胞横切面直径的 $\frac{1}{20}$ ，约20~50毫微米，长度一般不超过菌体长度或超过不几，但不随菌龄而异，老菌的鞭毛比幼菌长。在液体培养基中生长的细菌鞭毛比固体培养基上生长者为长。鞭毛的主要化学成分为蛋白质，具有特异抗原性及和相应抗血清发生作用时，细菌呈现凝集现象，这对于细菌（特别是沙门氏菌属）的鉴定很有帮助。

一般认为鞭毛是运动的器官。在显微镜下可以看到有鞭毛的细菌，由一个地方跑另一个地方，这和不能运动的细菌呈现的布朗运动不同。细菌鞭毛的数目和位置依种的不同而异，因此可以鉴别细菌各种的依据。

1. 偏端鞭毛菌：在菌体的一端着生一根鞭毛，例如霍乱弧菌，有的在菌体一端具有一束鞭毛，例如粪浓杆菌。
2. 两端鞭毛菌：有菌体两端各生一根鞭毛，例如鼠咬热螺旋菌。有的在菌体两端各生一束鞭毛，例如红色螺旋菌。
3. 周生鞭毛菌：在菌体周围有数根鞭毛（数十根至数百根）例如伤寒杆菌、变形杆菌等。

(二) 荚膜

有些细菌在一定的条件下，在细胞的表面形成一层容易被观察到的粘液层，叫荚膜。荚膜不是细菌的组成部分，而是细菌的附着物，所以去掉荚膜并不影响细菌的生存。

荚膜的大小往往超过细菌本身的大小。有时荚膜不仅围绕了一个单独的细菌细胞，而且围绕着许多细菌细胞，形成所谓菌胶团。

荚膜并不是每种细菌都有的，所以它是细菌的特征，但是荚膜的形成还决定于生活环境和培养条件，例如许多形成荚膜的细菌在碳素营养丰富而氮素养料较少的培养基中生活时容易形成比较厚的荚膜，而有些细菌在长期培养基上生活时，细菌可失去荚膜。细菌在动物体内形成荚膜就能抵抗白血球的吞噬，所以荚膜对细菌本身来说是保护屏障，也可以说是细菌对生活条件适应的产物。在病菌中产生荚膜细菌，当具有荚膜时，毒力更强，鱼类的致病菌不少是带有荚膜的。

荚膜是由多糖或多肽的聚合所组成的，其成分因微生物的种类而异，例如肺炎双球菌的荚膜由复杂的糖类组成，枯草杆菌、炭疽杆菌的荚膜则含多肽物质，也有些细菌的荚膜含有糖类、磷脂及蛋白质等。由于这些差别的存在，所以在抗原性上也不同，可以利用免疫反应鉴定细菌的类型。

产生荚膜的细菌所形成的菌落常为光滑透明，称光滑型（S—型）菌落，不产生荚膜的细菌所形成的菌落表面粗糙，称粗糙型（R—型）菌落。当荚膜细菌失去荚膜时，所形成的菌落就由光滑型变为粗糙型。

(三) 芽孢

许多细菌发育到某一阶段，在细胞内形成特殊的、圆形的或椭圆形构造，称为芽孢，又叫孢子。因为芽孢的形成都是

在细胞里面，所以又称内生孢子。形成芽孢的细胞叫孢子母，芽孢成熟后可以从孢子母里脱落出来。在细菌细胞内形成的芽孢的性质是一些细菌种的特性，能产生芽孢的细菌有：杆菌中的好气性芽孢杆菌属和厌气性芽孢杆菌属，球菌中的炭疽芽孢杆菌。

各种细菌芽孢的形状、大小及其在菌体内的位置是比较固定的，故有助于菌种的鉴别。例如破伤风杆菌的芽孢位于细菌的一端，芽孢的直径也大于细胞的宽度，使细胞呈鼓锤状。而炭疽杆菌的芽孢位于细胞中央，直径小于细胞的宽度，不使细胞变形。芽孢梭菌的芽孢位于细胞的中央，而直径大于细胞的宽度，致使细胞呈现梭形。

芽孢的形成是由细胞质和细胞核在细胞内浓缩而成，但是需要在一定的条件下才能形成。形成后的芽孢对外界不良的环境有很强的抵抗力。例如枯草杆菌的芽孢在100°C沸水中经过一小时还不能杀死，在50%石炭酸溶液中芽孢能维持15天之久。芽孢对高温、干燥、老化和化学药品等有很强的抵抗力，原因是因为芽孢的含水量很低，加热时所含的酶类和蛋白质不易凝固，并且芽孢有不易渗透的厚壁，化学药品不易透入。芽孢的这种特性，在实践中灭菌不彻底污染了芽孢杆菌，会给生产和工作带来很大的损失，所以在制备培养基时必须用高压蒸汽灭菌或煮沸灭菌，才能杀死芽孢。但是在另一方面，我们又根据细菌芽孢保持其活性的时间较长的特性，而在生产和科研上把芽孢制成沙土管来保存菌种。

芽孢遇到这条件，即可吸水、吸养，逐渐膨胀，体积增大，然后芽管从芽孢的末端或中央突破芽孢壁而伸出，逐渐发育到一个新的细菌的细胞。但芽孢并非繁殖体，因为一个细菌体（也称做繁殖体）只能形成一个芽孢，当芽孢脱离后，菌体不久即趋于死亡。

由于芽孢外透透性低，故用普通染色法不易着色，加热时芽孢的透透性增加，能吸收碱性染料而着色，染色后不易脱落。

五、细菌的繁殖和菌落

(一) 细菌的繁殖

细菌的最普通繁殖是分裂法，即细菌由一个分二个，二个

变为四个，如此继续分裂下去。球菌由于沿着两个或几个平面分裂，故称链状、葡萄状，或呈双球菌、四联球菌和八连球菌等状态。杆菌一般沿轴分裂。

(二) 细菌的菌落

细菌大量繁殖，形成肉眼可见的菌落。在固体培养基上因细菌活动受限制，经一代代的分裂，一般形成在聚拢在一起菌落，在表面生长的菌落称表面菌落，在表面以下的菌落称深层菌落。在液体培养基中，细菌的流动性大，分散性大，一般弥散在培养基全中，但由于各种细菌的生活习性不同，也会表现出不同形态。

在一定的培养条件下，一种细菌所形成的菌落形态一般是一样的，所以细菌的菌落特征可以作为鉴定菌种的参考。

六、细菌的染色反应

检查细菌的形态时，需注意细菌所处的外界环境和菌龄，因为细菌和其它生物一样，其形态和构造受环境的影响。此外不同菌龄的细菌其形态构造也改变。检查时所用的操作方法、染色液和培养基等，须有一定的标准，这样检查出的结果才便于互相比较。

细菌的大小和形状，用普通显微镜可以看到，但一般须进行染色才便于观察，因为菌体微小而且是无色半透明的，不染染色不易检查。至于鞭毛、荚膜和芽孢都不易着色，故须用各种特殊染色法才能看到。

细菌经过染色，不仅可观出它的各个构造，有的染色尚可鉴别细菌的种类，即所谓鉴别染色。主要有格兰氏染色法和抗酸染色法。

(一) 格兰氏染色法

格兰氏染色法是细菌学中最主要的鉴别染色法，它将细菌分为两大类，即格兰氏阳性菌和格兰氏阴性菌，这两类细菌在生理性质和化学组成上都有差异，对于药物的敏感性也有很大的差别，这对于分离和鉴定细菌有很大帮助。染色时先用碱性染料（结晶紫或龙胆紫）使细菌标本着色，在用媒染剂（碘液）处理，之后用脱色剂（95%酒精）退色，最后用石炭酸复红复染，若细菌仍保持原来结晶紫的紫色，称为格兰氏阳性菌。

如果被脱色，染上了复染料石炭酸复红的红色，则称做格兰氏阴性细菌。

这一染色的原理尚不清楚，主要是由革兰氏染色阳性细菌和革兰氏染色阴性细菌的细胞壁结构不相同，对结晶紫—碘复合物的渗透性不同所致。

(一) 抗酸染色法

抗酸染色是鉴别分枝杆菌的重要染色法。因为分枝杆菌属细菌的细胞壁含有较多的类脂类化合物。这类物质易于和石炭酸复红染色剂结合，能抵抗含酸酒精的脱色作用。

染色方法是：先于细菌涂片上加石炭酸复红，加温使细菌着色。之后加含酸酒精脱色，再用美兰复染。最后镜检，抗酸性细菌菌体呈红色，即抗酸染色阳性，非抗酸性细菌菌体呈兰色，即抗酸性染色阴性。

七、几种常见的细菌

(一) 大肠杆菌 (*Escherichia coli*)

大肠杆菌是人和动物肠道内寄居最灵的一种大肠菌，一般无致病性，但当它侵入人的高肠、腹腔或泌尿系时，可以引起炎症。由于肠道里还有许多重要的致病菌存在，如伤寒杆菌、痢疾杆菌及霍乱弧菌等，这些菌也通常通过人的排泄物污染食品和饮用水，因此大肠杆菌被作为防疫工作中检查水、食品及土壤等污染程度指标。

大肠杆菌属短杆菌，大小为 $0.5 \times 1-3$ 微米，不生芽孢，多数菌株有周生鞭毛，能运动。革兰氏阳性，营养要求简单，能在仅含有无机盐和铵盐、葡萄糖的培养基上生长，为好气或兼性厌氧。在普通琼脂平板上，24小时可形成直径大约为2-3毫米的菌落，凸起、光滑无色，半透明、边缘整齐，能分解葡萄糖、乳糖、麦芽糖、甘露醇等多种碳水化合物，产酸产气。

(二) 枯草杆菌 (*Bacillus subtilis*)

枯草杆菌也是非常重要的一种细菌，可用于制造蛋白酶、淀粉酶、某些有机酸和核苷等，还可产生对革兰氏阳性细菌的有效抗菌素，这种菌是非致病菌，但它能产生耐热、耐干燥的芽孢，在空气中分布广泛，所以也是最易染的菌种之一。

枯草杆菌也属短杆菌，大小为 $0.7-0.8 \times 2-3$ 微米，很

才成链，染色均匀。鞭毛周生，能运动。芽孢 $0.6-0.9 \times 1.0-1.5$ 微米。细胞不住荚膜，菌落粗糙不透明，不闪光。革兰氏阳性，好氧，能液化明胶，胨化牛乳，还原硝酸盐，水解淀粉。

(三) 鱼害粘细菌球 (*Myxococcus malleolus*)

鱼的烂鳃病是我国（特别是南方一些淡水鱼区）常见的一种细菌性鱼病，青鱼、草鱼发病率效高，它的病原菌是一种粘细菌。

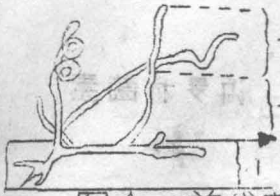
鱼害粘细菌之体细长，柔软，为 $0.8 \times 2 \sim 2.4$ 微米，无鞭毛，运动时左右划动，利用平板在 $25-30^{\circ}\text{C}$ 的温度下培养，产生菌落，边缘光滑，菌落大小不一，直径一般在 3 毫米左右，开始颜色淡黄，随培养时间延长，菌落的颜色也由浅变深，五天后即不生长，在液体培养基里，菌落挤在一起，但最后还是呈分散状态，培养五天后菌体衰亡，变成球体，最后死亡，生长最适温度是二十五度。

第二节 放线菌

一、放线菌的形态

放线菌在自然界分布很广泛，它对土壤中的物质矿化起着很大的作用。它形似霉菌，菌体具有丝状结构，但这个长而有分枝的菌丝体是由一个细胞组成的，所以这是单细胞的微生物。菌丝体分为营养菌丝（又名基内菌丝）和气生菌丝两部分。营养菌丝为长入琼脂培养基内或者培养液内的全部菌丝，其直径为 $0.5-1.0$ 微米，营养菌丝可以产生各种水溶性和脂溶性色素，而使菌落呈白色、奶油色、黄色、红色、绿色、兰色等，色素的产生随着菌种和培养基的成分的不同而异。气生菌丝为长在营养菌丝上，即琼脂培养基表面长入空气中的全部菌丝，菌丝直立或呈波状而分枝，直径约为 $1-1.4$ 微米，气生菌丝成熟时，顶端可形成大串的孢子，形成孢子的菌丝称为孢子丝，孢子丝在气生菌丝上的排列方式有互生、丛生和轮生三种；孢子丝的形态有直线状、波曲状或螺旋状等。

参看图 4. 5. 所示



- 1. 基内菌丝体
- 2. 气生菌丝体
- 3. 孢子丝

图4. 放线菌的菌丝体

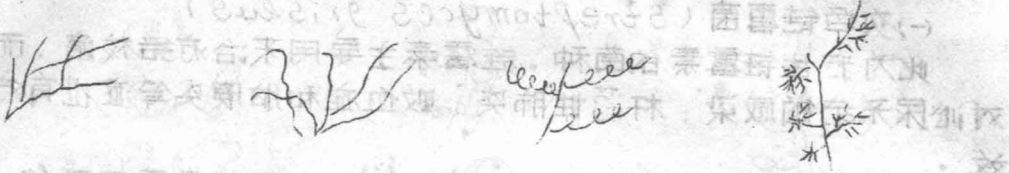


图5. 孢子丝形状和排列方式、直线、波曲、螺旋形、分枝

二、放线菌的细胞结构

放线菌的菌丝体是无隔分枝的单细胞，细胞内没有定型的核，但含有核物质，在细胞最外层有细胞壁，往里是细胞膜，再往里是细胞质和核物质。一般认为细胞壁不含几丁质与纤维素，主要含有淀粉的成分，菌丝和孢子外面常附有类脂物质，使之不易着水。

三、放线菌的繁殖与菌落

孢子丝成熟时分裂成孢子，其方式有二种，并且都是无性的。一种是螺旋分裂，孢子丝由顶端向基部进行细胞质浓缩成大小相似的小段，然后细胞膜裂开，形成球形或椭圆形的孢子，这些孢子，称为链孢子，这种形成孢子的方式是链霉菌属的特征。另一种是横隔分裂，孢子丝开始是单细胞的，在生长的某一阶段孢子丝中形成横隔，把孢子丝分割成为许多小段，最后断裂成为杆状或柱状的孢子，这些孢子称为粉孢子。

孢子在适宜条件下萌发，长出1—4根芽枝，芽枝进一步生长成为分枝的菌丝，并形成菌落。

放线菌的菌落和真菌相似，都是由菌丝所组成，只是放线菌的菌落结构很紧密，坚硬裂皱，不能无限地扩张，形成孢子呈粉状，由于菌丝和孢子都具有各种色素，所以菌落的正反面也有不同颜色，菌落不易用针挑起。

放线菌是介于细菌和真菌之间的一类微生物，从形态上看，放线菌的菌丝和孢子的直径与细菌的直径相似，而且都是单细胞的，没有完善的核结构。另一方面放线菌以菌丝状态生长。