



全国农业中等职业学校“百万中专生计划”教材

# 兽医微生物与免疫

农业部农民科技教育培训中心

中央农业广播电视学校

组编

 中国农业出版社

全国农业中等职业学校“百万中专生计划”教材

# 兽医微生物与免疫

农业部农民科技教育培训中心  
中央农业广播电视学校 组编

中国农业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

兽医微生物与免疫/农业部农民科技教育培训中心,  
中央农业广播电视学校组编. —北京: 中国农业出版社,  
2007. 7

全国农业中等职业学校“百万中专生计划”教材  
ISBN 978 - 7 - 109 - 11730 - 3

I. 兽… II. ①农…②中… III. ①兽医学: 微生物学—  
专业学校—教材②兽医学: 免疫学—专业学校—教材  
IV. S852

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 087636 号

中国农业出版社出版发行

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 耿增强

---

北京智力达印刷有限公司印刷

2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月北京第 1 次印刷

---

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 9.25

字数: 160 千字 印数: 1~5 000 册

定价: 13.90 元

凡本版教材出现印刷、装订错误, 请向中央农业广播电视学校教材处调换

联系地址: 北京市朝阳区来广营甲 1 号 邮政编码: 100012

电话: 010 - 84904997

网址: [www.ngx.net.cn](http://www.ngx.net.cn)

主 编 赖平安

编 者 柏亚铎 张凡健 韩春来

指导教师 常英新

## 编写说明

根据全国农业中等职业学校“百万中专生计划”指导性教学计划要求，农业部农民科技教育培训中心和中央农业广播电视学校设计了中等动物卫生防疫专业课程。包括《兽医微生物与免疫》、《兽医病理与诊断技术》、《兽医药物临床应用》、《动物卫生防疫技术》、《动物疫病防治》、《动物卫生法规》等专业课程。

《兽医微生物与免疫》主要讲授了细菌、病毒、真菌、放线菌、支原体、螺旋体、立克次氏体、衣原体等基本知识，讲授了免疫的概念及常用免疫技术和生物制品，特别介绍了与动物疫病有关的主要病原菌和常见的动物病毒知识。

该教材文字通俗易懂，各章后附有本章内容摘要和复习思考题。配合这套文字教材制作有录像、录音教材，并编写了教学辅导材料供教学使用。本套教材由中央农业广播电视学校常英新担任指导教师，负责具体组织编写并按照广播电视学校教学特点对教材进行审定。

热诚希望广大读者对教材中不妥之处提出宝贵意见，以期进一步修定和完善。

农业部农民科技教育培训中心  
中央农业广播电视学校

2007年4月9日

# 目 录

编写说明	1
<b>第一章 细菌</b>	<b>1</b>
第一节 细菌的基本知识	1
第二节 外界环境因素对微生物的影响	15
第三节 与动物疫病有关的主要病原菌	20
本章小结	39
复习思考题	40
<b>第二章 病毒</b>	<b>41</b>
第一节 病毒的基本知识	41
第二节 病毒的其他特性	48
第三节 常见动物病毒	51
本章小结	71
复习思考题	72
<b>第三章 其他微生物</b>	<b>73</b>
第一节 真菌	73
第二节 其他微生物	85
本章小结	98
复习思考题	98
<b>第四章 免疫及免疫技术</b>	<b>100</b>
第一节 免疫概述	100
第二节 非特异性免疫	101
第三节 特异性免疫	104
第四节 免疫学诊断技术	117
本章小结	123

复习思考题.....	123
<b>第五章 生物制品及其应用</b> .....	125
第一节 生物制品的分类及命名 .....	125
第二节 疫苗制造的基本程序 .....	128
第三节 疫苗使用中应注意的问题 .....	133
本章小结 .....	135
复习思考题.....	136
1 .....	菌液 章一第
<b>教学辅导大纲</b> .....	137
<b>参考文献</b> .....	138
21 .....	菌液 章一第
63 .....	菌液 章一第
83 .....	菌液 章一第
91 .....	菌液 章一第
13 .....	菌液 章一第
14 .....	菌液 章一第
84 .....	菌液 章一第
16 .....	菌液 章一第
17 .....	菌液 章一第
25 .....	菌液 章一第
18 .....	菌液 章一第
13 .....	菌液 章一第
23 .....	菌液 章一第
28 .....	菌液 章一第
88 .....	菌液 章一第
88 .....	菌液 章一第
100 .....	菌液 章一第
101 .....	菌液 章一第
101 .....	菌液 章一第
101 .....	菌液 章一第
11 .....	菌液 章一第
22 .....	菌液 章一第

# 第一章 细菌

## 第一节 细菌的基本知识

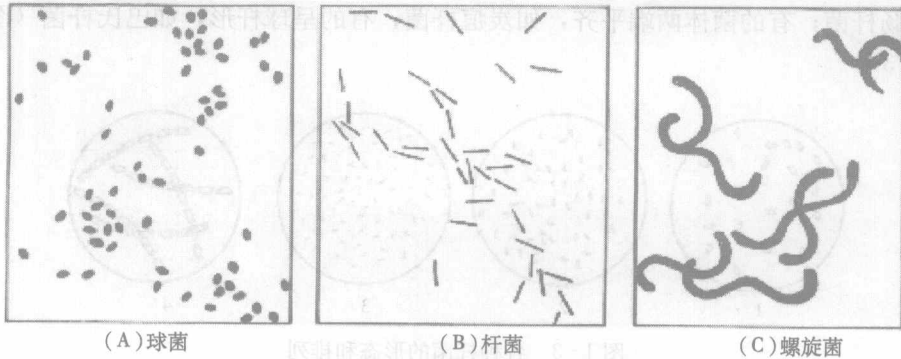
### 一、细菌形态和结构

细菌是最常见的微生物之一，是一类具有细胞壁的单细胞原核型微生物。各种细菌在一定的环境条件下，具有相对恒定的形态与结构特征。了解这些特征，对诊断和防治疾病具有重要意义。

#### (一) 细菌的形态

1. 细菌的大小 细菌是一种单细胞微生物，个体微小，肉眼看不见，必须借助于光学显微镜放大数百倍甚至上千倍才能观察到。细菌的大小可以用测微尺在显微镜下进行测量，其常用单位是微米( $\mu\text{m}$ ) ( $1\mu\text{m}=10^{-3}\text{mm}$ )。细菌的大小因细菌种类不同而异。球菌大小以其直径表示，常见球菌平均 $1.0\mu\text{m}$ 左右；杆菌和螺旋菌以其宽度与长度表示，杆菌为 $2\sim 3\mu\text{m}\times 0.4\sim 1.0\mu\text{m}$ ，螺旋菌为 $1\sim 50\mu\text{m}\times 0.2\sim 1\mu\text{m}$ 。螺旋菌的长度是菌体两端点间的距离，而不是真正的长度。即使是同一种细菌，其大小也受菌龄、环境条件等因素的影响。但在一定条件下，各种细菌的大小是相对稳定的，并具有明显的特征，可作为鉴定细菌种类的一个重要依据。细菌的大小，以生长在适宜温度和培养基中的幼龄培养物为标准。

2. 细菌的基本形态和排列 细菌的外部形态比较简单，基本形态可分为球状、杆状和螺旋状三种，分别被称为球菌、杆菌和螺旋菌(图1-1)。细菌



(A) 球菌

(B) 杆菌

(C) 螺旋菌

图 1-1 细菌的基本形态



的繁殖方式是简单的二分裂方式，细菌分裂后，有的彼此分离，单个存在；有的分裂后通过原浆带相连，形成一定排列方式。

(1) 球菌呈球形和近球形。球菌分裂后产生的新细胞常保持一定的排列方式，在分类鉴定上有重要意义。根据球菌细胞分裂面和分裂后的排列方式，又可分为单球菌、双球菌（如肺炎球菌）、链球菌（如兽疫链球菌）、四联球菌（如绿色四联空气球菌）、八叠球菌（如黄色八叠球菌）和葡萄球菌（如金黄色葡萄球菌）（图 1-2）。

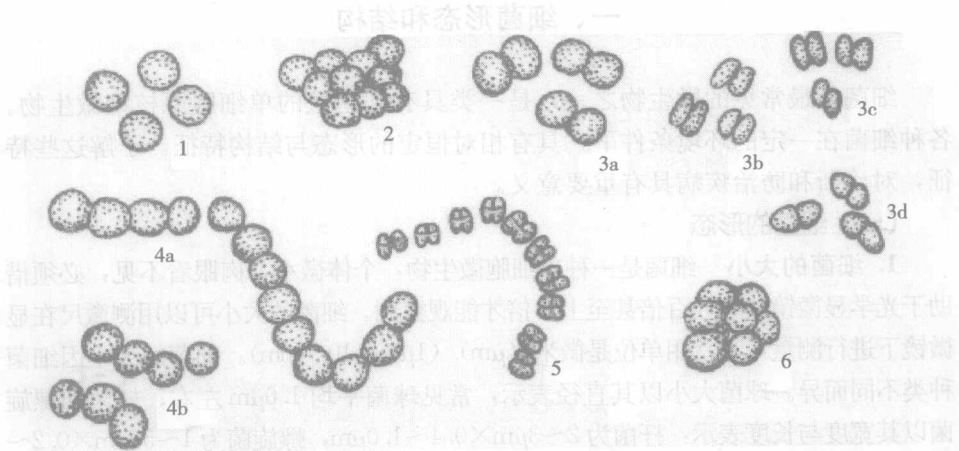


图 1-2 球菌的种类

1. 小球菌 2. 葡萄球菌 3. (a, b) 双球菌  
4. (a, b) 链球菌 5. 四联球菌 6. 八叠球菌

(2) 杆菌细胞呈杆状或圆柱形。各种杆菌的长宽比例上差异很大，有的粗短，有的细长。短杆菌近似球状，长的杆菌近丝状。大多数杆菌两端钝圆，如大肠杆菌；有的菌体两端平齐，如炭疽杆菌；有的呈球杆形，如巴氏杆菌（图 1-3）。

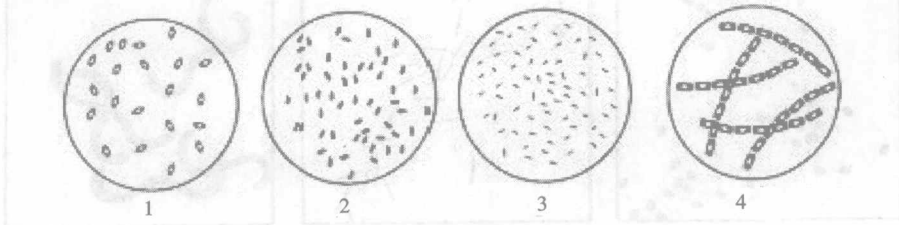


图 1-3 各种杆菌的形态和排列

1. 巴氏杆菌 2. 布鲁氏菌 3. 大肠杆菌 4. 炭疽杆菌

(3) 螺旋菌细胞弯曲呈弧状或螺旋状(图 1-4)。弯曲不足一圈的称弧菌,如霍乱弧菌;弯曲度大于一周的称为螺旋菌。螺旋菌的旋转圈数和螺距大小因种而异。有些螺旋状菌的菌体僵硬,借鞭毛运动,如迂回螺菌。有些螺旋状菌的菌体柔软,借轴丝收缩运动并称为螺旋体,如梅毒密螺旋体。

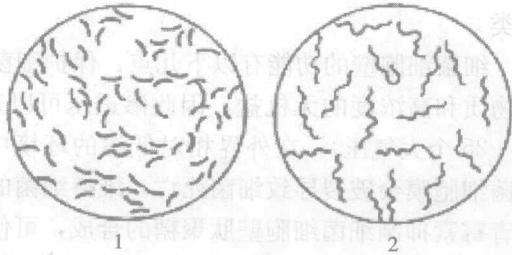


图 1-4 螺旋菌的形态和排列

1. 弧菌 2. 螺旋菌

在正常情况下,细菌个体形状和排列,都是规则和一致的。在老龄培养物中,细菌的形态会发生退化或衰老。当这些老龄培养物重新处于正常培养环境中,可恢复正常的形态。有些细菌,即使在最适宜的正常环境中,其形态也很不一致,称为细菌的多形性。

## (二) 细菌的结构

细菌的结构(图 1-5)对细菌的生存、致病性和免疫性等均有一定作用。细菌的结构可分为基本结构和特殊结构。习惯上把一个细菌生存不可缺少的,或一般细菌通常具有的结构称为基本结构,而把某些细菌在一定条件下所形成的特有结构称为特殊结构。

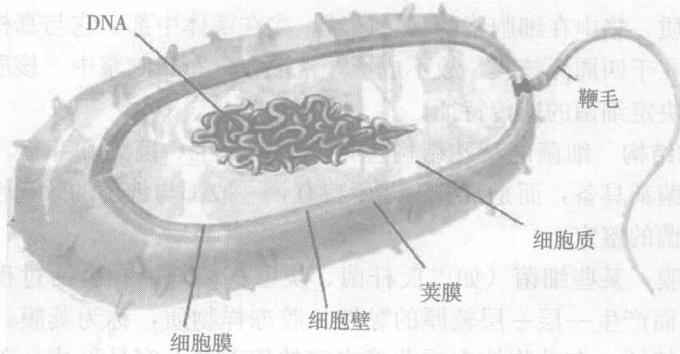


图 1-5 细菌细胞的结构示意图

**1. 基本结构** 细菌基本结构由外向内依次为细胞壁、细胞膜、细胞浆及核质。

(1) 细胞壁 细胞壁在细菌细胞的最外层,紧贴在细胞膜之外,其结构比较复杂。不同的细菌,细胞壁的组成与结构不同,据此,可用革

兰氏染色法将细菌分为革兰氏阳性菌 ( $G^+$ ) 和革兰氏阴性菌 ( $G^-$ ) 两大类。

细菌细胞壁的功能有以下几点：保护细菌。细菌细胞内由于浓集了大量营养物质和高浓度的无机盐，因此渗透压可以达到  $5 \times 101\ 325 \sim 25 \times 101\ 325\text{Pa}$  (5~25 个大气压)，在外界相对低渗的环境中，如果没有坚韧的细胞壁保护，细菌细胞膜会破裂导致细菌死亡。维持细菌的固有外形。如果以溶菌酶或低浓度青霉素抑制细菌细胞壁肽聚糖的合成，可使细菌的细胞壁形成缺陷，原来的杆菌可以变为球形。参与物质交换。细胞壁上有许多微孔，允许水分子和小于  $1\text{nm}$  的小分子物质自由通过。带有多种抗原决定簇。如磷壁酸是  $G^+$  菌重要的表面抗原；特异多糖是  $G^-$  菌重要的表面抗原。抗原的生物学意义主要有两点：一是在体内可刺激机体产生免疫应答，引起免疫保护或免疫损伤效应；二是在体外可以用来鉴别细菌、诊断细菌感染性疾病。与细菌的致病性有关。如  $G^+$  菌的磷壁酸可以黏附细胞； $G^-$  菌的内毒素可以引起机体发热、白细胞增多，甚至休克死亡。

(2) 细胞膜 又称胞膜，位于细胞壁内侧，包绕在细菌胞浆外的具有弹性的半渗透性脂质双层生物膜。细胞膜有选择性通透作用，与细胞壁共同完成菌体内外的物质交换。膜上有多种酶，与新陈代谢密切相关。

(3) 细胞浆 细胞浆是无色透明胶状物，基本成分是水、蛋白质、脂类、核酸及少量无机盐。细胞浆内含有许多酶系统，是细菌进行新陈代谢的主要场所。细胞浆内含有核糖体、异染颗粒、质粒等内含物。

(4) 核质 集中在细胞浆的某一区域，多在菌体中部。它与真核细胞的细胞核不同点在于四周无核膜，故不成形，常散在分布于胞浆中。核质是细菌的遗传物质，决定细菌的遗传特征。

**2. 特殊结构** 细菌的特殊结构包括荚膜、鞭毛、菌毛和芽孢。特殊结构不是所有细菌都具备，而是某些细菌所特有，一般都与细菌的致病性有关，同时可用于细菌的鉴定。

(1) 荚膜 某些细菌（如巴氏杆菌、炭疽杆菌等）在生活过程中，可在细胞壁的外面产生一层一层较厚的黏性、胶冻样物质，称为荚膜。荚膜的产生具有种的特征，在动物体内或营养丰富的培养基上容易形成。荚膜一是能保护细菌免遭吞噬细胞的吞噬和消化作用，因而与细菌的毒力有关；二是能贮留水分使细菌能抗干燥，并对生物体对其不良侵害有一定抵抗力；三是可用于细菌鉴定。荚膜一般不易着色，普通染色时可见到菌细胞周围有一个透明圈。

(2) 鞭毛 许多细菌，包括弧菌、螺菌、有些杆菌和少数球菌的菌体上具

有细长而弯曲的丝状物，称为鞭毛（图 1-6）。鞭毛的长度常超过菌体若干倍。不同细菌的鞭毛数目、位置和排列不同，可分为单毛菌、丛毛菌、周毛菌。鞭毛是细菌的运动器官。鞭毛的数量、分布可用以鉴别细菌。鞭毛抗原有很强的抗原性，通常称为 H 抗原，对某些细菌的鉴定、分型及分类具有重要意义。

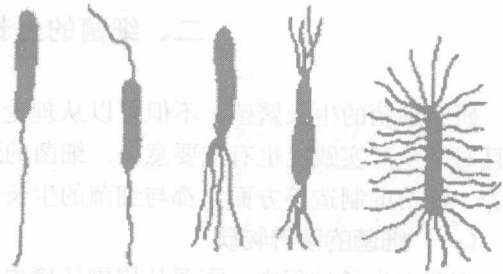


图 1-6 细菌的鞭毛

(3) 菌毛 菌毛是许多革兰氏阴性菌菌体表面遍布的比鞭毛更为细、短、直、硬、多的丝状蛋白附属器，也叫做纤毛。菌毛与运动无关，在光镜下看不见，使用电镜才能观察到。菌毛可分为普通菌毛和性菌毛两种。

(4) 芽孢 某些细菌（如炭疽杆菌、破伤风梭菌）在一定条件下，胞浆核质脱水浓缩，在菌体内形成一个折光性很强的不易着色小体，称为芽孢。带有芽孢的菌体称为芽孢体，未形成芽孢的菌体称为繁殖体。芽孢呈圆形或椭圆形，其直径和在菌体内的位置随菌种而不同（图 1-7），例如，炭疽杆菌的芽孢为卵圆形、比菌体小，位于菌体中央；破伤风梭菌芽孢正圆形、比菌体大，位于顶端，如鼓槌状。这种形态特点有助于细菌鉴别。细菌能否形成芽孢以及芽孢的形状、大小及在菌体内的位置等，都具有种的特征，这在细菌鉴定上有重要意义。

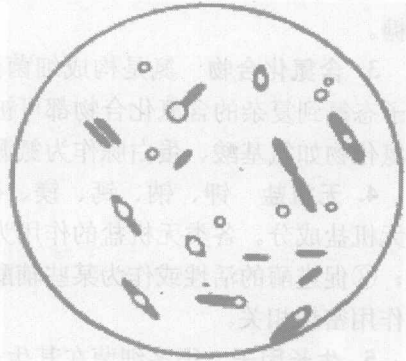


图 1-7 细菌的芽孢

芽孢一般只在动物体外才能形成，并受环境影响，当营养缺乏，容易形成芽孢。芽孢并非细菌的繁殖体，而是处于代谢相对静止的休眠体态，以维持细菌生存的持久体。芽孢在自然界分布广泛，因此要严防芽孢污染伤口、用具、敷料、手术器械等。细菌的芽孢结构坚实，含水量少，代谢极低，抵抗力强，对热力、干燥、辐射、化学消毒剂等理化因素均有强大的抵抗力，用一般的方法不易将其杀死。有的芽孢可耐 100℃ 沸水煮沸数小时。杀灭芽孢最可靠的方法是高压蒸汽灭菌。当进行消毒灭菌时往往以芽孢是否被杀死作为判断灭菌效果的指标。

## 二、细菌的生长繁殖

研究细菌的生长繁殖,不但可以从理论上分析细菌生命活动的基本规律,而且对于生产实践上也有重要意义。细菌的致病性和免疫机制、抗药性、人工培养、疫苗的制造等方面,都与细菌的生长繁殖有着密切的关系。

### (一) 细菌的营养物质

细菌在生长过程中,需要从周围环境中吸收营养物质。细菌的营养物质一方面用于组成细菌细胞的各种成分;另一方面供给细菌新陈代谢中所需能量。细菌种类繁多,营养需要差别很大。总的来说,包括水、含碳化合物、含氮化合物、无机盐和生长因子等。

1. 水 细菌湿重的80%~90%为水。细菌代谢过程中所有的化学反应、营养的吸收和渗透、分泌、排泄均需有水才能进行。

2. 含碳化合物 主要为菌体提供能量,小部分合成菌体自身的组成成分。致病性细菌只能利用有机含碳化合物,如实验室制备培养基常利用各种糖。

3. 含氮化合物 氮是构成细菌蛋白质及核酸的要素之一。在自然界,从分子态氮到复杂的含氮化合物都可被不同的细菌利用。但多数病原菌是利用有机氮化物如氨基酸、蛋白胨作为氮源。

4. 无机盐 钾、钠、钙、镁、硫、磷、铁、铜等是细菌生长代谢中所需的无机盐成分。各类无机盐的作用为:①构成菌体成分;②调节菌体内外渗透压;③促进酶的活性或作为某些辅酶组分;④某些元素与细菌的生长繁殖及致病作用密切相关。

5. 生长因子 很多细菌在其生长过程中还必需一些自身不能合成的化合物,称为生长因子。生长因子必须从外界得以补充,其中包括维生素、某些氨基酸、脂类、嘌呤、嘧啶等。各种细菌对生长因子的要求不同,如大肠杆菌很少需要生长因子,而有些细菌如肺炎球菌则需要胱氨酸、谷氨酸、色氨酸、胆碱等多种生长因子。致病菌合成能力差,生长繁殖过程必需提供复杂的营养物质以使其获得相应的生长因子。

### (二) 细菌的营养类型

根据细菌对含碳化合物的要求不同,可分为自养菌和异养菌。所谓自养菌就是细菌具有完备的酶系统,能以简单的无机碳化合物为原料,合成菌体自身的有机物质。异养菌不具备完备的酶系统,合成能力差,必须利用有机物作为碳源。异养菌由于生活环境不同,又分为腐生菌和寄生菌两类。腐生菌是以无生

命的有机物如动植物尸体、腐败食品等作为营养物质的来源；而寄生菌则寄生于有生命的动植物体内，靠宿主提供营养。致病菌多属于异养菌。

### (三) 细菌的生长繁殖

#### 1. 细菌生长繁殖的条件

(1) 充足的营养 必须供给细菌生长繁殖所需要的水、含碳化合物、含氮化合物、无机盐类、生长因子等营养物质，各类营养物质的浓度及比例，根据细菌种类不同而需适当调整。实验室内常用牛肉膏、蛋白胨、氯化钠、葡萄糖等作为基础营养物质。

(2) 适宜的温度 细菌只能在一定温度范围内进行生命活动，温度过高或过低，细菌生命活动受阻乃至停止。病原菌的最适生长温度为  $37^{\circ}\text{C}$  左右，实验室一般采用  $37^{\circ}\text{C}$  温箱培养细菌。

(3) 适宜的酸碱度 在细菌的新陈代谢过程中，酶的活性在一定的 pH 范围才能发挥。多数病原菌最适 pH 为中性或弱碱性 ( $\text{pH}7.2\sim7.6$ )。结核杆菌为  $\text{pH}6.5\sim6.8$  时生长最好。霍乱弧菌在  $\text{pH}8.4\sim9.2$  时生长最好。许多细菌在生长过程中，能使培养基变酸或变碱而影响其生长，所以培养基中应加入缓冲剂，保持 pH 稳定。

(4) 必要的气体环境 氧的存在与否和生长有关，有些细菌仅能在有氧条件下生长，如结核杆菌、绿脓杆菌、霍乱弧菌等；有的只能在无氧环境下生长，如破伤风梭菌、肉毒梭菌等；而大多数病原菌在有氧及无氧的条件下均能生存，如大肠杆菌、葡萄球菌等。一般细菌代谢中都需  $\text{CO}_2$ ，但大多数细菌自身代谢所产生的  $\text{CO}_2$  即可满足需要。有些细菌，如布鲁氏菌在初次分离时需要较高浓度的  $\text{CO}_2$  ( $5\%\sim10\%$ )，否则生长很差甚至不能生长。炭疽杆菌在人工培养时，环境中须有较高浓度的  $\text{CO}_2$  才能形成荚膜。

2. 细菌生长繁殖的方式与速度 细菌一般以简单的二分裂法进行无性繁殖，其突出的特点为繁殖速度极快。细菌分裂倍增的必须时间，称为代时。细菌的代时决定于细菌的种类又受环境条件的影响，细菌代时一般为 20~30 分钟，个别菌较慢，如结核杆菌代时为 18~20 小时，梅毒螺旋体为 33 个小时。球菌可从不同平面分裂，分裂后以不同方式排列。杆菌则沿横轴分裂。

3. 细菌的生长曲线 由于细菌繁殖中营养物质的消耗，毒性产物的积聚及环境 pH 的改变，细菌绝不可能始终保持原速度无限增殖，经过一定时间后，细菌活跃增殖的速度逐渐减慢，死亡细菌逐增、活菌率逐减。将一定数的细菌接在适当培养基后，研究细菌生长过程的规律，以培养时间为横坐标，培

养物中活菌数的对数为纵坐标, 可得出一条生长曲线 (图 1-8)。

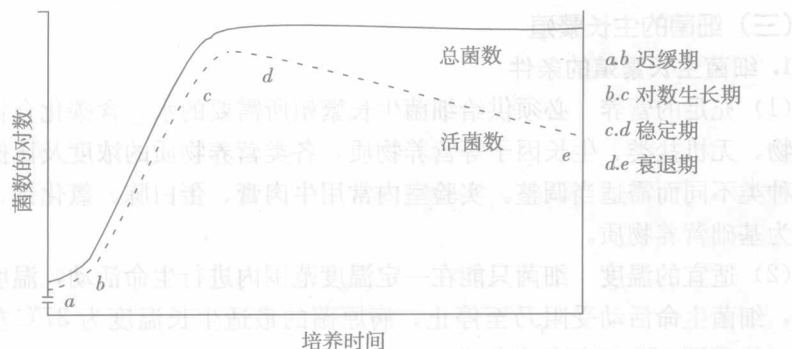


图 1-8 细菌的生长曲线

细菌群体的生长繁殖可分为四期:

(1) 迟缓期 细菌接种至培养基后, 对新环境有一个短暂适应过程 (不适应者可因转种而死亡)。此期因为细菌繁殖极少, 生长曲线平坦稳定。在此期间, 细菌体积增大, 代谢活跃, 为细菌的分裂增殖合成、储备充足的酶、能量及中间代谢产物。

(2) 对数期 此期活菌数直线上升。细菌以稳定的几何级数极快增长, 可持续几小时至几天不等 (视培养条件及细菌代时而异)。此期细菌形态、染色、生物活性都很典型, 对外界环境因素的作用敏感, 因此研究细菌性状以此期细菌最好。抗生素作用, 对该时期的细菌效果最佳。

(3) 稳定期 该期的生长菌群总数处于平坦阶段, 但细菌群体活力变化较大。由于培养基中营养物质消耗、毒性产物积累、pH 下降等不利因素的影响, 细菌繁殖速度渐趋下降, 相对细菌死亡数开始逐渐增加, 此期细菌增殖数与死亡数渐趋平衡。细菌形态、染色、生物活性可出现改变, 并产生相应的代谢产物如外毒素、内毒素、抗生素以及芽孢等。

(4) 衰亡期 随着稳定期发展, 细菌繁殖越来越慢, 死亡菌数明显增多。活菌数与培养时间呈反比关系, 此期细菌变长肿胀或畸形衰变, 甚至菌体自溶, 难以辨认其形。生理代谢活动趋于停滞。故陈旧培养物上难以鉴别细菌。

体内及自然界细菌的生长繁殖受机体免疫因素和环境因素的多方面影响, 不会出现像培养基中那样典型的生长曲线。掌握细菌生长规律, 可有目的地研究控制病原菌的生长, 发现和培养对人类有用的细菌。

#### (四) 细菌的新陈代谢

1. 细菌的酶 细菌含有各种酶系统, 包括很多种酶 (大肠杆菌有 30 多

种)。有些酶仅于细胞内部存在和起作用,称为胞内酶,如呼吸酶类等;有些则透过细胞壁膜分泌于细菌体外,称为胞外酶,如水解酶类等。在正常情况下稳定存在和发挥作用的酶称为固有酶。而当环境中存在某些本来不能利用的营养物质时,也可以诱导产生能对该物质起作用的相应酶类,称为诱导酶。当诱导物质消除后,诱导酶也随之消失,而固有酶则仍然存在。

## 2. 细菌呼吸及其类型

(1) 细菌呼吸的概念 由细菌引起的,使代谢基质发生复杂的氧化-还原作用,以释放能量,供细菌生命活动利用的生物化学过程,称为细菌的呼吸。细菌的呼吸作用既是能量代谢过程,也是物质代谢过程。由细菌的呼吸酶系统完成,使有机物分解和释放能量。

(2) 细菌呼吸的类型 具有不同呼吸酶系统的细菌,在进行呼吸时,对于空气中分子氧利用能力也是不同的。据此,可以把细菌分为三个主要类型。专性厌氧菌由于缺乏利用分子氧的酶,它们的呼吸属于厌氧性呼吸。这些细菌只能在没有分子氧存在的环境中进行呼吸及生长发育,分子状态的氧对这类细菌来说,不但不能被利用,而且还是有害的。如破伤风梭菌、肉毒梭菌等。厌氧菌人工培养时,往往在培养基中加入肉渣、肝片等,并在培养基液面加盖液体石蜡。专性需氧菌具有完善的呼吸酶系统,在有分子状态氧存在的情况下,才能进行呼吸及生长发育。如结核分支杆菌。兼性厌氧菌具有更复杂的酶系统,不论在有或没有分子状态氧的情况下,均能进行呼吸和生长发育,它们既可以营需氧性呼吸,也可以营厌氧性呼吸,但在有氧的条件下生长更好。大多数细菌属于此类型。

3. 细菌的分解代谢产物 细菌的分解代谢产物因各种细菌具备的酶不完全相同,而有所差异。各代谢产物可通过生化试验的方法检测,通常称为细菌的生化反应,它在细菌菌种鉴定方面具有重要意义。

(1) 糖的分解产物 不同细菌以不同途径分解糖类。由于各种细菌的酶不同,对糖分解的能力也不一样,有的不分解,有的分解产酸,有的分解产酸产气。利用糖的分解产物可对细菌作生化鉴定试验:糖发酵试验、维-培(V-P)试验、甲基红试验和枸橼酸盐利用试验。

(2) 蛋白质分解产物 细菌种类不同,分解蛋白质、氨基酸的能力不同。可产生许多中间产物。如硫化氢是细菌分解含硫氨基酸的产物;明胶是一种凝胶蛋白质,有的细菌有明胶酶,使凝胶状的明胶液化。在分解蛋白质过程中,有的能形成尿素酶,分解尿素形成氨;有的细菌能将硝酸盐还原为亚硝酸盐等。利用蛋白质的分解产物可对细菌作生化鉴定的试验有:硫化氢试验、尿素分解试验、靛基质试验、明胶液化试验和硝酸盐还原试验等。



**4. 细菌的合成代谢产物** 细菌通过新陈代谢不断合成菌体成分,如多糖、蛋白质、脂肪、核酸、细胞壁及各种辅酶等。此外,细菌还能合成很多在医学上具有重要意义的代谢产物。与致病性有关的包括毒素、侵袭性酶、热原质,与细菌鉴定有关的有细菌素、色素,可供动物机体利用的有抗生素、维生素等。

(1) 热原质 主要是指革兰氏阴性菌产生的一种菌体脂多糖,注入人或动物体内能引起发热反应,故名热原质。热原质耐高温,高压蒸汽灭菌(121℃, 20分钟)不能使其破坏,加热(180℃, 4小时; 250℃, 45分钟; 650℃, 1分钟)才使热原质失去作用。热原质可通过一般细菌滤器,但没有挥发性,所以,除去热原质最好的方法是蒸馏。药液、水等被细菌污染后,即使高压灭菌或经滤过除菌仍可有热原质存在,输注机体后可引起严重发热反应。生物制品或注射液制成后除去热原质比较困难,所以,必须使用无热原质水制备。

(2) 毒素与酶 细菌可产生内、外毒素及侵袭性酶,与细菌的致病性密切相关。

(3) 色素 有些细菌在氧气充足、温度和pH适宜条件下能产生色素,对细菌的鉴别有一定意义。色素有两类:①水溶性色素,能弥散至培养基或周围组织,如绿脓杆菌产生的绿脓色素使培养基或脓汁呈绿色。②脂溶性色素,不溶于水,仅保持在菌落内使之呈色而培养基颜色不变,如金黄色葡萄球菌色素。

(4) 抗生素 某些微生物代谢过程中可产生一种能抑制或杀死某些其他微生物或癌细胞的物质,称抗生素。抗生素多由放线菌和真菌产生,细菌仅产生少数几种,如多黏菌素、杆菌肽等。临床常用的抗生素有青霉素、链霉素、四环素、土霉素、灰黄霉素、红霉素、卡那霉素等。

(5) 细菌素 某些细菌能产生一种仅作用于有近缘关系的细菌的抗菌物质,称为细菌素。细菌素为蛋白类物质,抗菌范围很窄,无治疗意义,但可用于细菌分型和流行病学调查。

### 三、细菌的人工培养

应用人工培养的条件使细菌生长繁殖的方法,叫做细菌的人工培养。很多细菌都可以进行人工培养。细菌的培养对于研究传染病诊断、流行病学调查、疫苗制备及微生物的工业生产等都具有实际意义。

细菌培养的条件很简单,只需供应充分的营养,提供合适的酸碱度、温度和气体环境,细菌即可繁殖。通常根据所培养细菌的要求,选用适当的培养基,将细菌接种在培养基中,常见菌置于37℃培养箱内,培养18~24小时即可。