



固原市农业学校

“国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划”项目教材

# 动物微生物学

DONGWU WEISHENGWU XUE

刘静◎主编



黄河出版传媒集团

阳光出版社



固原市农业学校

“国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划”项目教材

# 动物微生物学

DONGWU WEISHENGWU XUE

刘静◎主编



黄河出版传媒集团

阳光出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

动物微生物学 / 刘静主编. — 银川: 阳光出版社, 2013.7

ISBN 978-7-5525-0941-0

I. ①动… II. ①刘… III. ①兽医学—微生物学—教材 IV. ①S852.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 172262 号

动物微生物学

刘 静 主编

责任编辑 陈之曦

封面设计 静 璇

责任印制 郭迅生

黄河出版传媒集团  
阳光出版社 出版发行

地 址 银川市北京东路 139 号出版大厦(750001)

网 址 <http://www.yrpubm.com>

网上书店 <http://www.hh-book.com>

电子信箱 [yangguang@yrpubm.com](mailto:yangguang@yrpubm.com)

邮购电话 0951-5044614

经 销 全国新华书店

印刷装订 宁夏书宏印刷有限公司

印刷委托书号 (宁)0015950

开 本 787mm × 1092mm 1/16

印 张 9.5

字 数 190 千

版 次 2013 年 7 月第 1 版

印 次 2013 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5525-0941-0/Q·21

定 价 15.00 元

版权所有 翻印必究

# 《动物微生物学》编写人员

主 编 刘 静

副主编 刘春雨 田风林

编 委 (以姓氏笔画为序)

于利子 王 勇 邓树义 李高文 杨建刚

柳智仁 唐治国 黄淑媛 梁旭升 戴应龙

# 前 言

动物微生物学是畜牧兽医专业教材之一,本教材针对畜牧兽医专业人才就业岗位所需要的微生物学知识与技术,设置绪论、微生物学的基本知识、免疫学应用、主要的病原微生物及微生物的其他应用等五部分内容,同时融入了微生物学中的新知识、新技术、新方法。

本教材共有四篇十一章,每章内容都提出了具有可检测和可操作性的知识目标和技能目标,以便学生学习 and 掌握每章内容的主要知识和基本技能;每章之后都有相应的思考练习题可以帮助学生掌握和巩固重点内容。本教材在编写中力求语言通俗易懂、简明扼要、由浅入深、循序渐进,既保证内容的新颖性和科学性,又突出重点和实用性。

由于编者水平有限,本教材缺点和不足在所难免,敬请专家和读者批评指正。

编者

2013.2.28

# 目 录

绪论 .....	001
思考与练习 .....	002
第一篇 微生物的基本知识 .....	003
第一章 细菌 .....	003
第一节 细菌的形态和结构 .....	003
第二节 细菌的生理 .....	008
第三节 细菌的人工培养 .....	013
第四节 细菌病的实验室诊断方法 .....	017
思考与练习 .....	021
微生物实验室注意事项 .....	021
实训一 动物微生物检验中常用仪器的使用 .....	023
实训二 微生物实验室常用玻璃器皿的准备 .....	028
实训三 显微镜油镜的使用及细菌形态的观察 .....	030
实训四 细菌标本片的制备与染色方法 .....	032
实训五 常用培养基的制备 .....	035
实训六 细菌的分离培养、移植及培养性状的观察 .....	036
实训七 细菌的生物化学试验 .....	040
实训八 细菌的药物敏感试验 .....	044
实训九 实验动物的接种与剖检 .....	046

第二章 微生物与外界环境 .....	048
第一节 微生物在自然界的分布 .....	049
第二节 物理因素对微生物的影响 .....	052
第三节 化学因素对微生物的影响 .....	055
第四节 生物因素对微生物的影响 .....	058
思考与练习 .....	059
第三章 病毒 .....	059
第一节 病毒概述 .....	060
第二节 病毒的形态和结构 .....	061
第三节 病毒的增殖和培养 .....	064
思考与练习 .....	068
第四章 病原微生物与传染 .....	068
第一节 细菌的致病性 .....	069
第二节 病毒的致病性 .....	070
第三节 传染 .....	071
实训十 病毒的鸡胚接种技术 .....	072
实训十一 病毒的微量血凝与血凝抑制试验(微量法) .....	076
思考与练习 .....	079
第五章 其他微生物 .....	079
第一节 真菌 .....	079
第二节 放线菌 .....	083
第三节 支原体 .....	084
第四节 螺旋体 .....	085
第五节 立克次体 .....	086
第六节 衣原体 .....	086
思考与练习 .....	087

第二篇 免疫学应用 .....	088
第六章 生物制品及其应用 .....	088
第七章 免疫诊断和免疫防治 .....	093
思考与练习 .....	095
第三篇 主要的病原微生物 .....	096
第八章 常见的病原细菌 .....	096
第九章 常见的动物病毒 .....	115
思考与练习 .....	128
第四篇 微生物的其他应用 .....	129
第十章 微生物与饲料 .....	129
第十一章 微生物与畜产品 .....	133
思考与练习 .....	139
主要参考文献 .....	140

# 绪 论

## 【知识目标】

1. 掌握微生物、病原微生物的概念以及微生物的特点。
2. 掌握微生物的种类。
3. 掌握微生物学的概念。
4. 了解微生物与人类和动植物的关系。
5. 了解动物微生物及检验的主要任务。

## 一、微生物的概念、种类及特点

### (一) 微生物的概念

在自然界中广泛存在着许多肉眼看不见的微小生物,就把这种肉眼看不见,借助于光学显微镜或者电子显微镜放大到几千倍、几万倍、甚至几十万倍才能观察到的细小生物,叫微生物。但根据他们的生物学性质不同可将微生物分为:细菌、真菌、放线菌、螺旋体、依原体霉形体、立克次氏体和病毒八大类。简单说成:“三菌、四体、一毒。”

### (二) 微生物的特点

#### 1. 种类繁多、数量大

微生物种类繁多,目前已发现的微生物约有 15 万种,在局部环境中数量众多,如每克土壤含微生物几千万至几亿个。

#### 2. 个体微小,结构简单

微生物在形态上个体微小,肉眼看不见,需要用显微镜观察,个体大小以微米或纳米计量。一般细菌小于 0.1 $\mu\text{m}$ 。细菌在光学显微镜下放大 1000 倍、病毒在电子显微镜下放大 1 万倍以上才能看见。除个别真菌外大部分微生物都是单细胞结构,而病毒则无细胞结构。1 $\mu\text{m}$ =千分之一毫米、1nm=千分之一微米。

#### 3. 繁殖迅速

微生物生长繁殖快,在实验室培养条件下细菌几十分钟至几小时就可以繁殖一代。

#### 4. 代谢力强,类型多样

微生物的代谢能力比动植物强得多,一个或几个就是一个独立的个体,能迅速与周围环境进行物质交换,因而有很强的合成与分解能力。另外,微生物代谢类型之多也是动、植物所不及的,他们几乎能分解地球上的一切有机物,也能合成各种有机物。

### 5. 适应能力强,易发生变异

微生物具有极灵活的适应性。为了适应多变的环境条件,微生物在长期的进化过程中产生了许多灵活的代谢调控机制,并有多种诱导酶。微生物对环境条件尤其是恶劣的极端环境具有惊人的适应能力。微生物个体微小,易受环境条件影响,加之繁殖快、数量多,容易产生大量变异的后代。可利用这一特性选育优良菌种。

### 6. 分布广泛

微生物在自然界分布极为广泛。土壤、空气、河流、海洋、盐湖、高山、沙漠、冰川、油井、地层下及动物体内外、植物体表面等各处都有大量的微生物在活动。

### (三) 微生物的类型

微生物种类繁多,根据其结构和组成不同,可将 8 大类微生物分为 3 种细胞类型。

1. 真核细胞型微生物 细胞核的分化程度较高,有核膜、核仁和染色体,胞质内有完整的细胞器(如内质网、核糖体及线粒体等)。真菌属于此类微生物。

2. 原核细胞型微生物 细胞核的分化程度低,仅有原始核质,无核膜、核仁,缺乏完整的细胞器。此类微生物有细菌、放线菌、螺旋体、立克次体和衣原体。

3. 非细胞型微生物 体积微小,不具备细胞结构,也无代谢必需的酶系统,只能在活的细胞内生长繁殖,病毒属于此类微生物。

### (四) 学习动物微生物的目的和方法

动物微生物是畜牧兽医类专业的一门核心技术课程,学习动物微生物的目的在于了解病原微生物的生物学特性与致病性;认识动物机体对病原微生物的免疫作用、感染与免疫的相互关系及其规律、了解传染性疾病的实验室诊断及预防原则。掌握动物微生物的基本知识和技能,可为学习动物病例、动物药理、动物传染病、动物卫生检验等课程提供必要的理论知识和操作技能。学好动物微生物,有利于将微生物用于生产实践,并且有效的控制和消灭有害的微生物。

学习动物微生物应以病原微生物的致病性为核心,将各部分内容有机联系,有助于理解和记忆种类繁杂的各种病原微生物,切忌死记硬背。动物微生物是实践性很强的课程,并和临床关系密切。在学习过程中必须贯彻理论联系实际的原则,既重视理论又重视基本技能的训练,使理论与实践密切结合起来,学会用所学的微生物学和免疫学知识解决生产实际问题。

### 思考与练习

1. 名词解释:微生物 病原微生物 条件性病原微生物
2. 微生物有哪些特点?
3. 微生物可分为哪几种细胞类型? 各有何特点?

# 第一篇 微生物的基本知识

## 第一章 细菌

### 【知识目标】

1. 掌握细菌、培养基、菌落、纯培养的概念。
2. 掌握细菌基本结构、特殊结构的种类及特性,细菌生长繁殖的条件。
3. 了解细菌的营养类型、培养基的类型、细菌人工培养的目的。
4. 了解细菌代谢的种类。
5. 掌握细菌病的实验室诊断方法。

### 【技能目标】

1. 会用显微镜油镜进行细菌形态观察。
2. 会用不同的病料制备细菌标本片,会进行常规染色。
3. 会制备常用培养基,并对细菌进行分离培养。
4. 会利用细菌的生化实验对不同细菌进行鉴别。

细菌是一类具有细胞壁的单细胞原核型微生物,最常见的微生物之一。细菌在一定条件下有相对恒定的形态、结构和生理特征,了解这些特征,对于鉴别细菌、诊断细菌疾病和研究细菌的致病性与免疫性以及更好地利用对畜牧业生产有益的细菌等,都有重要意义。

### 第一节 细菌的形态和结构

#### 一、细菌的概念

细菌是个体微小,形态简单,二分裂法的繁殖,属于原核生物界的单独微生物。

##### 1. 细菌的大小

细菌的个体很小,需用光学显微镜放大 1000 倍左右才能看到,通常以微米为测量单位。 $1\mu\text{m}=0.1\text{mm}$ 。

各种细菌的大小有一定的差异。虽菌龄不同、环境不同、大小不同,但在一定范围内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。

通常用显微测微尺来测量细菌的大小。

## 2. 细菌的基本形态和排列

细菌有各种各样的形态,但基本形态有三种:

球状——球菌(双球菌、链球菌、葡萄球菌等)

杆状——杆菌(单杆菌、链杆菌、球杆菌等)

螺旋状——螺旋菌(弧菌、螺菌等)

(1)球菌:菌体呈球形或近似球形

双球菌——在一个面上分裂,菌体成双对排列。

链球菌——在一个面上分裂后成链状排列(化脓性链球菌)。

葡萄球菌——在多个不同角度的平面上作不规则的分裂,分裂后菌体堆成葡萄串状(金黄色葡萄球菌)。



图 1-1

(2)杆菌:菌体呈杆状或近似杆状

杆菌的大小、粗细、长短都有显著差异,多数平直、少数微弯曲;两端呈钝圆形,有的菌体粗短呈卵圆形,而有的较长呈圆柱形。杆菌的排列方式也有单在、成对、成链与不规则排列的,多数杆菌是单独散在的。

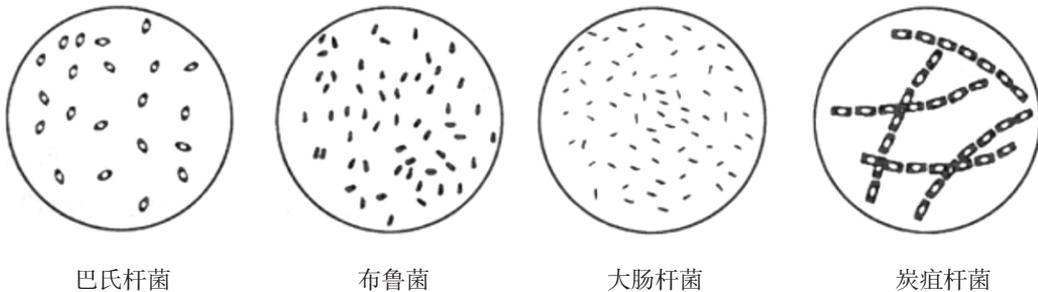


图 1-2

(3)螺旋菌:菌体呈弯曲状,根据弯曲的程度和螺旋数又可分为弧菌和螺菌

弧菌——菌细胞略弯曲呈弧形。

螺菌——菌体数次回旋成螺旋状。

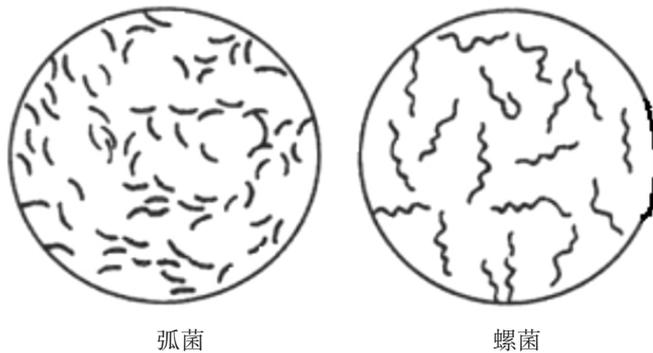


图 1-3

## 二、细菌的结构

基本结构——各种细菌都具有细胞结构。

特殊结构——除具有基本结构外还具有特殊结构。

### (一) 细菌的基本结构

包括细胞壁、细胞浆(核糖体、间体、质粒)、核质

#### 1. 细胞壁

①概念 是细菌最外面的一层膜,紧贴在细胞膜之外。

②组成 化学组成是肽聚糖(又称粒肽或糖肽)。

③分类 革兰氏染色法可将细菌分为:

A. 革兰氏染色阳性菌——含有大量磷壁酸。

B. 革兰氏染色阴性菌——脂多糖(内壁层、外壁层)。

④功能

A. 维持细菌的形态。如果没有细胞壁,细菌就会呈球形。

B. 抵抗不良外界环境的影响。

C. 与细胞膜共同完成内外物质的交换。

D. 与毒力和致病性有关。

E. 与某些药物的敏感性有关。

F. 细胞壁上有菌体抗原。

#### 2. 细胞膜(又称胞浆膜)

①概念 细胞膜是细胞壁与胞浆之间的一层柔软并具有半透明性的生物膜。

②组成 蛋白质(基本构造)、脂糖、多糖(少量)。

③功能 维持渗透压(有呼吸作用)、合成细胞壁、代谢能量的产生(与运动有关)。

#### 3. 细胞浆

①概念 是细菌生命活动的物质基础,呈溶浆状态,外有细胞膜包绕。

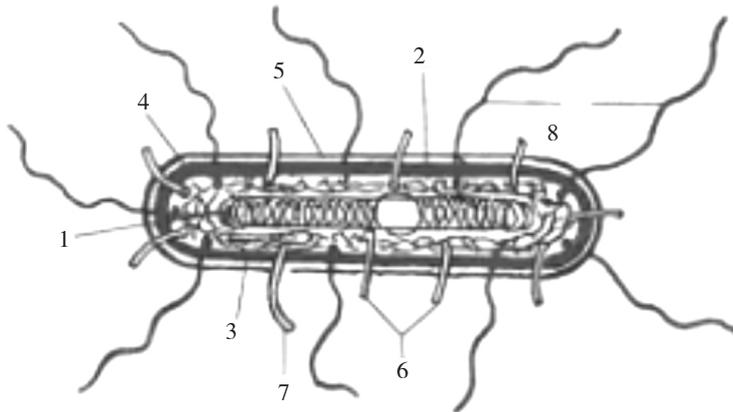
②组成 水、蛋白质、核酸、脂类、糖、无机盐、酶系统。有四种超微结构:核糖体、间体、质粒、核质。

### ③功能

- A. 是细菌储备营养和积累的代谢产物。
- B. 同化作用,是细菌生命活动的物质基础。
- C. 各种营养物质供细菌利用。

### (二)细菌的特殊构造

某些细菌除具有上述基本结构外,还具有某些特殊结构:荚膜、鞭毛、菌毛、芽孢。



- |      |        |       |           |
|------|--------|-------|-----------|
| 1—核质 | 2—核糖体  | 3—间体  | 4—细胞壁与细胞膜 |
| 5—荚膜 | 6—普通菌毛 | 7—性菌毛 | 8—鞭毛      |

图 1-4

#### 1. 荚膜

①概念 细胞壁外面产生一层黏液性物质称为荚膜(用普通染色法不易着色,需用荚膜染色法才能着色)。

②组成 由水分、多糖、多肽组成。

③功能 A. 细菌处于干燥时供应水分。

B. 吸附营养。

C. 保护细菌的功能。

D. 抗吞噬细菌的细胞。

#### 2. 鞭毛:与运动有关

①概念 大多数的弧菌、螺菌、许多的杆菌和个别的球菌突出于菌体表面有或多或少的细长丝状物称为鞭毛。鞭毛是细胞浆外层中的毛基体穿过胞浆膜和细胞壁突出于细菌体外。有些鞭毛有鞘,有些鞭毛无鞘,但都很纤细。

鞭毛需要经过特殊染色法染色才能在镜下观察到,可作为鉴定细菌的一种依据。

②组成 它是一种鞭毛蛋白的单纯蛋白质,具有收缩性能。

③功能 是细菌的运动器官。鞭毛有规律的收缩引起细菌运动。

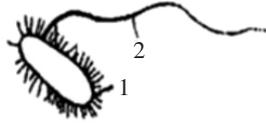
④排列方式 不同种类细菌鞭毛数目和着生的位置不同就有不同的名称。

一端单毛菌——菌体一端只有一条鞭毛。

偏端丛毛菌——菌体一端有一丛鞭毛。

两端丛毛菌——菌体两端各有一丛鞭毛。

周毛菌——菌体周身都有鞭毛。



1—菌毛 2—鞭毛

图 1-5

### 3. 菌毛

①概念 许多革兰氏阴性菌和少数革兰氏阳性菌在菌体上还着生有一种比鞭毛数量较多、形状较直、直径较细、长度较短的毛发状细丝,称为菌毛(有的叫柔毛、纤毛或散毛)。

②组成 是一种空心蛋白质管。

③功能 与致病有关,与运动无关。

### 4. 芽孢

①概念 一部分杆菌、个别球菌和弧菌、螺旋菌在生长发育的某一阶段,可以在菌内形成一个遮光性较强的内生孢子,称为芽孢。

芽孢不易着色,需用特殊染色法染色。

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或营养体。芽孢一般呈球形、椭圆形或短圆筒形,其大小有等于或小于母菌体横径,也有大于母菌体横径,根据位置分为:

中央芽孢——位于菌体中央,大于菌体,呈纺锤状或梭状。

偏端芽孢——位于偏端,呈汤勺状。

末端芽孢——位于末端,呈鼓槌状。

游离芽孢——脱离芽孢独立存在(老龄芽孢)。

形成芽孢需要一定条件,成熟的芽孢是一个复杂的多层次结构,并具有特殊的化学组成,一个细菌只能生成一个芽孢,一个芽孢经发芽后也只能生成一个菌体,所以芽孢不是细菌的繁殖器官,而是生长发育过程中保存生命的一种休眠状态构造,此阶段菌体代谢相对稳定。

细菌能否产生芽孢以及芽孢的形状、大小、位置等,在细菌鉴定上有重要的意义。

#### ②特点及功能

A. 一定条件下形成维持自己生命的休眠体(一个细菌只能形成一个芽孢)。

B. 对外界环境有较大的抵抗力。

C. 对高温、干燥和渗透压有强大的抵抗力,在污染的土壤中可存活几年。

D. 如果芽孢侵害了食品,导致食品变质,变质后产生毒素,引起中毒。

芽孢具有遗传性,其位置、形状、数目、化学组成及抗原性等的特点对我们在实践中识别鉴定细菌的种类,合理使用消毒、灭菌的方法以及进一步理解传染和免疫的发生、发展都具有重要的意义。

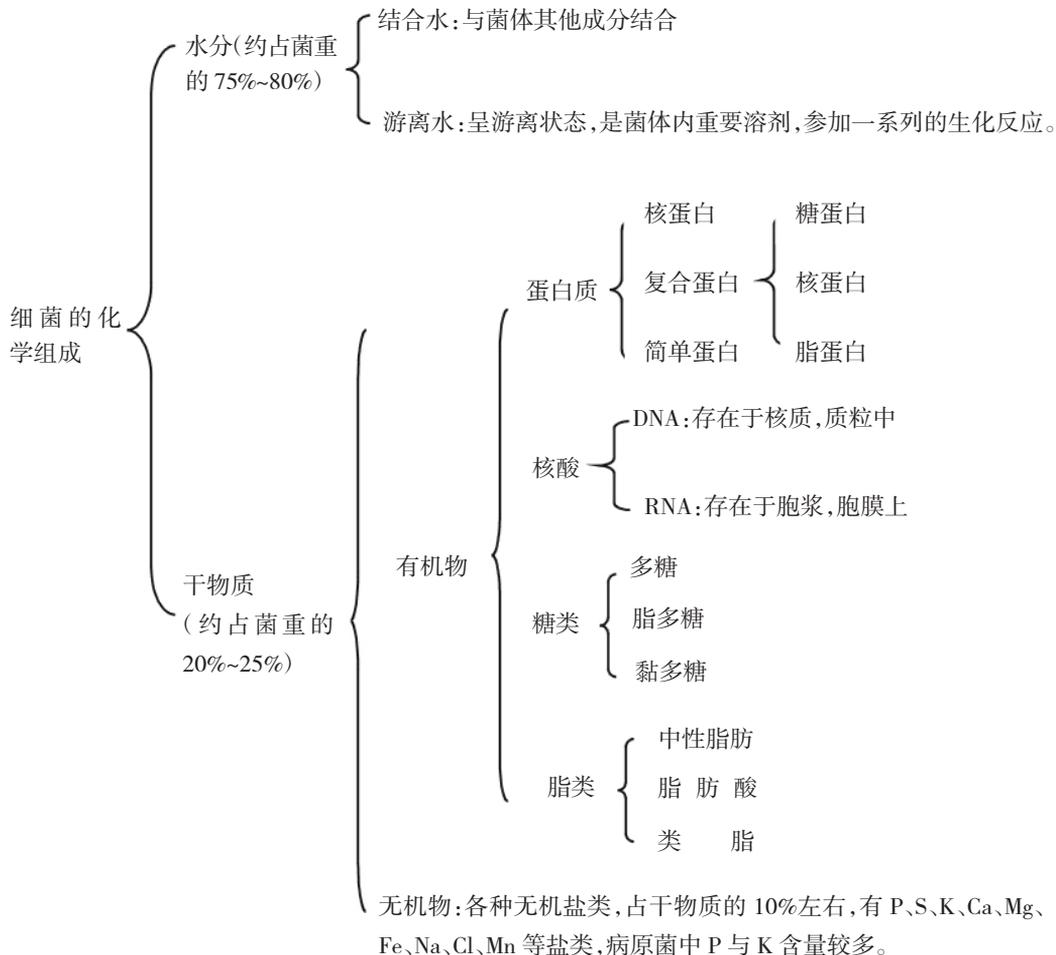
## 第二节 细菌的生理

细菌是有生命的细胞生物，和其他微生物一样 在生命活动过程中必须要摄取营养进行新陈代谢,经过同化和异化过程时细菌细胞进行生长和繁殖,我们通过本节的学习知道细菌的生理知识,不仅有助于阐明细菌生命活动的规律,而且在生产实践中如细菌分离培养、制造细菌、畜禽传染病的诊断和防治、预防食物中毒以及畜产品的加工、微生物检验等都具有重要意义。

### 一、细菌的营养

#### 1. 细菌的化学组成

细菌的化学组成分为水分和干物质两大类,水分约占细菌总重量的 75%~80%、干物质占细菌总重量的 20%~25%,其主要成分如下:



#### 2. 细菌的营养物质

(1) 水 水是细菌不可缺少的成分,营养物质的吸收及代谢必须有水才能进行。

(2) 碳源 细菌可利用碳的无机物或有机物合成菌体组分和获得能量。病原菌主要从糖类获得碳源。

(3) 氮源 是合成菌体蛋白和核酸的重要原料。很多细菌可以利用有机氮化物,病原菌主要从氨基酸、蛋白胨等有机氮化物中获得氮。

(4) 无机盐类 细菌生长需要多种无机盐,其中大量元素如磷、硫、钾、钠、镁、钙、铁等;微量元素如钴、锌、锰、铜等。这些无机盐的主要功能有:构成菌体成分,作为酶的组成部分,维持酶的活性,调节渗透压等。有的无机盐类可作为自养菌的能量。

(5) 生长因子 是某些细菌所必需的但自身不能合成,必须由外界供给的物质。生长因子通常为有机物,如维生素,某些氨基酸、嘌呤、嘧啶等。少数细菌还需要特殊的生长因子,如 X 因子(高铁因子)、V 因子(辅酶 I 或辅酶 II)。

### 3. 细菌的营养类型

细菌的化学成分虽然很复杂,但概括来说主要是氮、氢、氧、碳四种元素。大气和水是氢、氧的来源,而碳、氮的获取则要通过不同的方式,按细菌对碳、氮二元素的合成和利用能力,可将细菌分成自养菌和异养菌两种。具体如下:

(1) 自养菌 自养菌具有完备的酶系统,合成能力较强,能以二氧化碳、碳酸盐等简单的无机碳化合物作为碳源,以无机的氮、氨或硝酸盐作为氮源,合成菌体所需要的复杂有机物质。细菌所需要的能量来自无机物的氧化,也可以通过光合作用获得能量,因此自养菌又可分为光能自养菌和化能自养菌。

(2) 异养菌 异养菌不具备完备的酶系统,合成能力较差,必须利用有机物(如糖类)作为碳源,利用蛋白质、蛋白胨、氨基酸作为氮源,仅有少数异养菌能利用无机氮化物。其代谢能量大多从有机物的氧化中获得,少数从光线中获得能量,故异养菌也分为化能异养菌和光能异养菌。绝大多数病原菌都是化能异养菌。

异养菌由于生活环境不同,又可分为腐生菌和寄生菌。腐生菌以无生命的有机物作为营养物质来源,一般不致病,但可引起食品的变质和腐败。寄生菌则寄生于有生命的动、植物体内,靠宿主提供营养。在腐生菌与寄生菌之间尚有中间类型,称为兼性寄生菌,如大肠杆菌。

### 4. 细菌摄取营养的方式

细菌对营养物质吸收的方式有单纯扩散、促进扩散、主动运输和基因转位四种。

(1) 单纯扩散 又称被动扩散,是一种简单的细胞内外物质交换形式,不消耗能量。当细菌细胞外某些物质的浓度高于细胞内时,靠浓度差作用,物质便自动扩散进入菌体内,直至细胞内外物质浓度达到平衡为止。以这种方式进入的物质主要有水、溶于水的气体和低分子物质,如尿素、甘油、乙醇等。这种方式速度慢,因此不是细菌摄取营养的主要方式。

(2) 促进扩散 在单纯扩散的基础上,需要有载体参加,载体再转运中的作用是加快扩散的速度。

载体是一种蛋白质,它位于细胞膜外侧,并具有严格的特异性,起“渡船”的作用,能可逆性地与营养物质结合(并不是物质发生任何变化,也不需要能量),把物质从细胞外运至细胞内,然后又回到原来的位置,这种作用反复循环,连续不断地把营养物质运入细菌内。这一过程是可逆的,也可通过反向的促进扩散将物质运入细菌外。

这种扩散方式在真核细胞中多见,而在原核细胞(包括细菌学在内)中则较少见。