

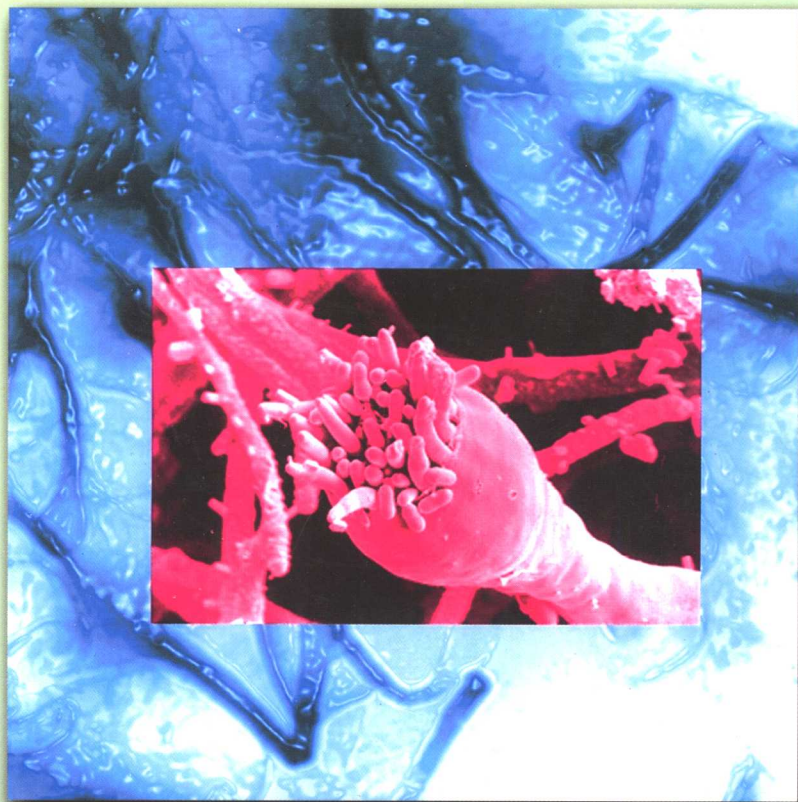
速览系列  
Instant Notes  
精要 先锋版


# 微生物学 (中译本)

(第二版)

## Microbiology

J. 尼克林  
〔英〕 K. 格雷米-库克 著 林稚兰 译  
R. 基林顿



 科学出版社  
www.sciencep.com

精要速览系列——先锋版

# 微生物学

(第二版)

J. 尼克林

[英] K. 格雷米-库克 著

R. 基林顿

林稚兰 译

科学出版社

北京

图字: 01-2003-6819

## 内 容 简 介

“精要速览系列——先锋版”是继“现代生物学精要速览系列”之后推出的跨学科的升级版本。它系统地概括了各学科核心知识内容,并采用一种便于学习,快速、准确掌握知识的编写方式。结构新颖、视角独特;重点明确、脉络分明;图表简明、清晰。英文自然流畅,中文术语规范,被国内多所院校选用作为双语对照教材。本书是该系列中的《微生物学(第二版)》分册中译本,由北京大学林稚兰教授翻译。全书共10章。新版在内容上进行了全面调整、更新和扩充,加强了学科间的渗透与交叉,如分子生物学和免疫学技术在微生物学研究中的应用,并对该领域的发展进行了总结与展望。

本书是指导大学生快速掌握微生物学基础知识的优秀教材,也是辅助教师授课的极佳教学参考书,同时可供生命科学相关专业的研究生参考。

J. Nicklin, K. Graeme-Cook, R. Killington

Instant Notes in Microbiology, 2nd

©BIOS Scientific Publishers Ltd, 2002

All Right Reserved.

Authorised translation from English language edition published by BIOS,  
a member of the Taylor & Francis Group.

### 图书在版编目(CIP)数据

微生物学(第2版)/ (英) 尼克林(Nicklin, J.)等著; 林稚兰译.  
—北京:科学出版社, 2004.9

(精要速览系列——先锋版)

ISBN 7-03-012911-3

I. 微… II. ①尼…②林… III. 微生物学 IV. Q93

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第010818号

责任编辑: 谢灵玲 乐俊河/责任校对: 宋光光

责任印制: 安春生/封面设计: 陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2000年9月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2004年9月第 二 版 印张: 26 1/4

2004年9月第五次印刷 字数: 508 000

印数: 10 001—13 000

定价: 42.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换(路通))

## 译者序

---

微生物学是当代生物科学中的一门重要学科,为生命科学的发展和国民经济的繁荣,做出了巨大的贡献。

本书原著是目前国外畅销的优秀教材 *Instant Notes in Microbiology*, 由英国著名大学具有丰富教学经验的一流教授编写。全书分 10 个部分,包括从微生物的新陈代谢、生物化学,到微生物的形态结构、分类、生理、遗传、生态、传染和免疫,以及相关的真菌、藻类、原生动物和病毒等内容。既全面、重点地概括了微生物学的基本理论和方法,又突出介绍了学科发展的前沿动态。

本书编写与国内大多数教科书不同,风格独特、取材新颖,文字通俗易懂、简明扼要,插图简练、便于记忆,每部分列出要点和阅读书目,重点、主线明确。是指导学生快速掌握微生物学基础知识的优秀教材。第二版中,作者根据分子生物学和微生物分类学的最新进展和最新知识点,对多个章节进行了重新修订,使本书的特点更为突出(更新的重点章节见前言部分)。

本书为大专院校学生学习微生物学的参考读物,也可供教师、研究生及有关科研人员参考。翻译过程中难免出现错误与疏漏,欢迎读者批评指正。在翻译过程中得到科学出版社编辑的大力协助,特致谢意。

林稚兰

2003 年 10 月于北京大学

## 前 言

---

*Instant Notes in Microbiology* 第二版全部章节已经重新修订, 涵盖第一版后读者的建议、微生物分类学中的新进展以及分子生物学的新理念。

依原作者思路的变化, 生物化学一章(B章)已全部重写。随着原核生物分类学的最新进展, 增加了包括古生菌(D5)在内的一个新主题; 重新修订编写的细菌学和分子生物学章节中汇集了该领域近期迅速发展的最新知识点。

第一版中分为两章的藻类和原生动物, 在第二版中合并为一章, 新版的原生生物章节中, 反映了近期该类群微生物进化上的最新证据和最新概念。全部真菌和原生生物章节都已按现代分类学的术语重新编写。

本书中病毒学仍保留了原版中对该主题的基本介绍。然而, 随着分子生物学和免疫学技术更迅速、更现代化的发展, 关于病毒的知识、病毒的复制机制和病毒与其寄主间的相互关系的新知识点, 同样也是日新月异不断更新, 第二版在原来知识的基础上作了重新修订。病毒分类学也重新进行了修订; 病毒的叙述也注意到近来出现的病毒如丙型肝炎病毒。在病毒的章节中我们还介绍了一节朊粒(其实不是病毒)和传染性海绵状脑病。

我们非常感谢本书重新修订再版时读者的反馈建议, 我们希望新版尽可能多地采纳了他们的建议。

## 缩 写

A	adenine	腺嘌呤
ABC	ATP-binding cassette	ATP 结合盒
ACP	acyl carrier protein	酰基载体蛋白
ADP	adenosine 5'-diphosphate	5'-腺苷二磷酸
Ala	alanine	丙氨酸
AMP	adenosine 5'-monophosphate	5'-腺苷[一磷]酸
A-site	amino-acyl site(ribosome)	氨酰基(A)位点(核糖体)
ATP	adenosine 5'-triphosphate	5'-腺苷三磷酸
ATPase	ATP synthase	腺苷三磷酸酶
BHK	baby hamster kidney	幼龄小鼠肾
Bp	base pair	碱基对
C	cytosine	胞嘧啶
C-phase	Chromosome replication phase (bacterial cell cycle)	染色体复制期 (细菌细胞周期)
cAMP	cyclic adenosine 5'-monophosphate	环腺苷酸
CAP	catabolite activator protein	分解代谢物激活蛋白
CAT	chloramphenicol acetyl transferase	氯霉素乙酰转移酶
CFU	colony-forming unit	菌落形成单位
CMV	cytomegalovirus	巨细胞病毒
CNS	central nervous system	中枢神经系统
CoA	coenzyme A	辅酶 A
CPE	cytopathic effect	致细胞病变(效应), 细胞致病作用
CRP	cAMP receptor protein	cAMP 受体蛋白
CTL	cytotoxic T lymphocyte	细胞毒性 T 淋巴细胞
Da	Dalton	道尔顿
D-Ala	D-alanine	D-丙氨酸
DAP	<i>meso</i> -diaminopimelic acid	内消旋二氨基庚二酸
D-Glu	D-glutamic acid	D-谷氨酸
DHA	dihydroxyacetone	二羟丙酮
DNA	deoxyribonucleic acid	脱氧核糖核酸
d-NTP	deoxyribonucleoside triphosphate	脱氧核糖核苷三磷酸

DOM	dissolved organic matter	溶解的有机质
D-phase	division phase(bacterial cell cycle)	分裂期(细菌细胞周期)
Ds	double-stranded	双链
EF	elongation factor	延伸因子
EM	electron microscopy	电镜术, 电子显微镜术
ER	endoplasmic reticulum	内质网
FAD	flavin adenine dinucleotide(oxidized)	黄素腺嘌呤二核苷酸(氧化型)
FADH <sub>2</sub>	flavin adenine dinucleotide (reduced)	黄素腺嘌呤二核苷酸(还原型)
FMN	flavin mononucleotides	黄素腺嘌呤单核苷酸
G	guanine	鸟嘌呤
G-phase	gap phase (bacterial cell cycle)	间期(细菌细胞周期)
GTP	guanosine-5'-triphosphate	5'-鸟苷三磷酸
HA	hemagglutination	血细胞凝集
Hfr	high frequency recombination	高频重组
HMP	hexose monophosphate pathway	磷酸己糖途径, 磷酸己糖支路
HSV	herpes simplex virus	单纯疱疹病毒
I	inosine	肌苷, 次黄苷
ICNV	International Committee on Nomenclature of Viruses	国际病毒命名委员会
Ig	immunoglobulin	免疫球蛋白
IHF	integration host factor	整合宿主因子
Inc group	incompatible group(of plasmids)	不相容群(质粒的一种特性)
IS	insertion sequence	插入序列
kb	kilobase	千碱基, 千碱基对
KDO	2-keto-3-deoxyoctonate	2-酮-3-脱氧辛糖酸[盐]
KDPE	2-keto-3-deoxy-6-phosphogluconate	2-酮-3-脱氧6-磷酸葡萄糖酸 [盐]
Lac	lactose	乳糖
LBP	luciferin-binding protein	萤光素结合蛋白质
LPS	lipopolysaccharide	脂多糖
MAC	membrane-attack complex	膜侵染复合体(攻膜复合体)
MCP	methyl-accepting chemotaxis protein	甲基趋化受体蛋白
MEM	minimal essential medium	基本培养基
MHC	major histocompatibility complex	主要组织相容性复合体
m.o.i	multiplicity of infection	感染复数
mRNA	messenger ribonucleic acid	信使核糖核酸
MTOC	microtuble organizing centre	微管组织中心
NAD <sup>+</sup>	nicotinamide adenine dinucleotide (oxidized form)	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸 (氧化型), 辅酶 I

NADH	nicotinamide adenine dinucleotide (reduced form)	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸 (还原型), 辅酶 I
NADP <sup>+</sup>	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (oxidized form)	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸 (氧化型), 辅酶 II
NADPH	nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (reduced form)	烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸 (还原型), 辅酶 II
NAG	<i>N</i> -acetyl glucosamine	乙酰氨基葡萄糖, <i>N</i> -乙酰葡萄糖胺
NAM	<i>N</i> -acetyl muramic acid	<i>N</i> -乙酰胞壁酸
NB	nutrient broth	营养肉汤
NTP	ribonucleoside triphosphate	核糖核苷三磷酸
O	operator	操纵子
OD	optical density	光密度
OmP	outer membrane protein	外膜蛋白
P	promoter	启动子
PCBs	polychlorinated biphenyls	多氯联苯
PCR	polymerase chain reaction	聚合酶链反应
PEP	phosphoenol pyruvate	磷酸烯醇式丙酮酸
pfu	plaque-forming unit	噬斑形成单位, 蚀斑形成单位
PHB	poly- $\beta$ -hydroxybutyrate	聚 $\beta$ -羟丁酸[盐]
Phe	phenylalanine	苯丙氨酸
P <sub>i</sub>	inorganic phosphate	无机磷酸
PMF	proton motive force	质子动势, 质子动力
PMN	polymorphonucleocyte	多形核白细胞
PP <sub>i</sub>	inorganic pyrophosphate	无机焦磷酸
PPP	pentose phosphate pathway	戊糖磷酸途径
PS	photosystem	光(合)系统
PS I 和 II	photosystems I and II	光合系统 I 和光合系统 II
P-site	peptidyl site(ribosome)	肽酰基(P)位点(核糖体)
R	resistance(plasmid)	抗性(质粒)
r	rho factor	$\rho$ 因子
\RBC	red blood cell	红细胞
redox	reduction-oxidation	氧化-还原
RER	rough endoplasmic reticulum	粗面内质网, 糙面内质网
RNA	ribonucleic acid	核糖核酸
rRNA	ribosomal RNA	核糖体 RNA
rubisco	ribulose biphosphate carboxylase	核酮糖二磷酸羧化酶
S	Svedberg coefficient	沉降系数



---

snRNA	small nuclear ribonucleic acid	核内小 RNA
SPB	spindle pole bodies	纺锤极体
ss	single-stranded	单链
T	thymine	胸腺嘧啶
TCA	tricarboxylic acid	三羧酸
TCID	tissue culture infective dose	组织培养感染量
tRNA	transfer RNA	转移 RNA
Trp	tryptophan	色氨酸
TSB	tryptone soya broth	大豆胰蛋白胨肉汤
U	uracil	尿嘧啶
U <sub>L</sub> , U <sub>S</sub>	unique long unique short	单一长区(一串单核苷酸长链) 单一短区(一串单核苷酸短链)
UDP	uridine diphosphate	尿苷二磷酸
UDPG	uridine diphosphate glucose	尿苷二磷酸葡萄糖
UV	ultraviolet light	紫外线

# 目 录

---

## 译者序

## 前 言

## 缩 写

<b>A 微生物世界</b> .....	( 1 )
A1 微生物世界 .....	( 1 )
<b>B 微生物代谢</b> .....	( 5 )
B1 异养微生物代谢途径 .....	( 5 )
B2 电子传递、氧化磷酸化和脂肪酸 $\beta$ -氧化 .....	( 14 )
B3 自养微生物代谢 .....	( 20 )
B4 生物合成途径 .....	( 26 )
<b>C 信息的储存与传递</b> .....	( 33 )
C1 DNA 的结构与组装 .....	( 33 )
C2 DNA 的复制 .....	( 39 )
C3 细胞中的 RNA 分子 .....	( 45 )
C4 转录 .....	( 48 )
C5 基因表达调控 .....	( 55 )
C6 蛋白质的结构 .....	( 63 )
C7 翻译 .....	( 68 )
<b>D 细菌的结构与功能</b> .....	( 75 )
D1 原核生物分类学 .....	( 75 )
D2 原核生物的细胞结构 .....	( 81 )
D3 细菌的细胞外膜与细胞壁合成 .....	( 87 )
D4 细菌的运动与趋化性 .....	( 98 )
D5 古生菌 .....	( 102 )
D6 实验室中原核生物的培养 .....	( 106 )
D7 原核生物的生长与细胞周期 .....	( 111 )
D8 常用来研究微生物的实验技术 .....	( 116 )
D9 显微镜 .....	( 121 )

<b>E 细菌的遗传</b> .....	( 127 )
E1 突变 .....	( 127 )
E2 诱变 .....	( 133 )
E3 重组与转座 .....	( 136 )
E4 DNA 修复机制 .....	( 141 )
E5 质粒 .....	( 145 )
E6 F 质粒与接合 .....	( 148 )
E7 噬菌体 .....	( 152 )
E8 噬菌体的复制 .....	( 160 )
E9 转导 .....	( 164 )
E10 转化 .....	( 168 )
<b>F 环境中的细菌与古生菌(古细菌)</b> .....	( 171 )
F1 环境中的原核生物 .....	( 171 )
F2 工业应用的原核生物 .....	( 179 )
F3 细菌性疾病概述 .....	( 184 )
F4 人类的防御机制 .....	( 189 )
F5 人类寄主的侵入与定居 .....	( 195 )
F6 细菌毒素与人类疾病 .....	( 203 )
F7 细菌感染的控制 .....	( 208 )
<b>G 真核微生物概述</b> .....	( 213 )
G1 真核微生物分类学 .....	( 213 )
G2 真核生物的细胞结构 .....	( 216 )
G3 细胞分裂与倍增 .....	( 224 )
<b>H 真菌及其相关门类</b> .....	( 231 )
H1 真菌的结构与生长 .....	( 231 )
H2 真菌的营养 .....	( 237 )
H3 真菌的繁殖 .....	( 240 )
H4 真菌对其环境的有益影响 .....	( 248 )
H5 真菌对其环境的有害影响 .....	( 252 )
<b>I 绿藻门和原生生物</b> .....	( 255 )
I1 原生藻类和原生生物的分类学与结构 .....	( 255 )
I2 原生藻类和原生生物的营养与代谢 .....	( 266 )
I3 绿藻门和原生生物的生活史 .....	( 273 )
I4 绿藻门和原生生物的有益影响 .....	( 283 )
I5 绿藻门和原生生物的有害影响 .....	( 287 )

---

<b>J 病毒</b> .....	( 291 )
J1 病毒的结构 .....	( 291 )
J2 病毒的分类学 .....	( 297 )
J3 病毒的蛋白质 .....	( 303 )
J4 病毒的核酸 .....	( 311 )
J5 细胞培养与病毒的生长 .....	( 319 )
J6 病毒的检测 .....	( 324 )
J7 病毒的复制 .....	( 329 )
J8 病毒感染 .....	( 337 )
J9 病毒与免疫系统 .....	( 344 )
J10 病毒疫苗.....	( 349 )
J11 抗病毒的化学疗法.....	( 354 )
J12 植物病毒.....	( 360 )
J13 朊粒和传染性海绵状脑病.....	( 366 )
<b>进一步阅读的书目</b> .....	( 373 )
<b>索引</b> .....	( 377 )
中文索引 .....	( 377 )
英文索引 .....	( 391 )

\* 由 Dr Simon Baker (Department of Biology, Birkbeck College, London, UK) 特约编撰。

## A1 微生物世界

### 要 点

#### 什么是微生物

微生物(microbe, microorganism)通常是描述一切不借助显微镜用肉眼看不见的微小生物。这类微生物包括病毒、细菌、古生菌(古细菌)、真菌和原生生物。

#### 原核生物和真核生物

微生物横跨生物界中的三个主要界<sup>1)</sup>:细菌、古生菌和真核生物。细菌和古生菌属于原核生物,所有其他微生物属于**真核生物**。原核生物和真核生物细胞之间有许多差别,真核生物的主要特征是有细胞核以及细胞膜包裹的细胞器<sup>1)</sup>。

#### 微生物学的重要性

人类的生活离不开微生物,在它们的许多作用中,微生物对地球化学循环和土壤肥力是必需的。它们通常用于酿造食品、生产药物和工业化合物。在有害影响方面,它们常引起许多植物和动物的疾病。此外,在科研实验中还广泛应用微生物研究细胞的分化过程。

**什么是微生物** 微生物是指大量的、极其多样的、不借助显微镜看不见的微小生物类群的总称。因此,微生物通常包括**病毒(viruses)**、**细菌(bacteria)**、**古生菌(archaea)**、**真菌(fungi)**和**原生生物(protista)**。它们的大小和特征见表 A1.1 所示。但是有些大的微生物常肉眼可见,如许多真菌的子实体和最近分离的一种硫细菌——“纳米比亚硫磺珍珠”菌(*Thiomargarita namibiensis*),其细胞生长可达 0.75mm 宽。

微生物一般没有复杂的多细胞结构。大多数细菌、古生菌、原生生物和真菌是单细胞的微生物。即使为多细胞的微生物,也只有几种有限的细胞类型。病毒甚至没有细胞,只有蛋白质外壳包裹着的遗传物质,且不能独立存活。

直到 16 世纪中叶发明了显微镜,才开创了微生物学的科学研

1) 原书写成三个主要界欠妥。微生物横跨生物界中的四个界:病毒界、原核生物界、原生生物界和真菌界。——译者注

究。17世纪末期,罗伯特·胡克(Robert Hooke)和列文虎克(Antoine van Leeuwenhoek)首次做了真菌、细菌、原生生物的记录。19世纪末期,才是第一次真正地打开了微生物在环境和医学中作用的突破点。巴斯德(Louis Pasteur)驳斥了**自然发生学说**(spontaneous generation)的理论(自然发生学说认为活的生物是从无机物中自然发生的);科赫(Robert Koch's)建立了**纯培养**(pure culture)技术(参见 D8),使得他可以毫不含糊地确证由哪种细菌引起的疾病。继巴斯德与科赫之后,微生物学才作为在各方面均与人类生活和环境紧密联系的一门学科而显著地发展起来。

表 A1.1 微生物形态、大小和细胞类型

微生物	大小近似值	细胞的特性	本书章节
病毒	0.01~0.25 $\mu\text{m}$	非细胞的	J
细菌	0.1~750 $\mu\text{m}$	原核生物	D, E, F
真菌	2 $\mu\text{m}$ ~>1m	真核生物	G, H
原生生物	2 $\mu\text{m}$ ~1 000 $\mu\text{m}$	真核生物	I

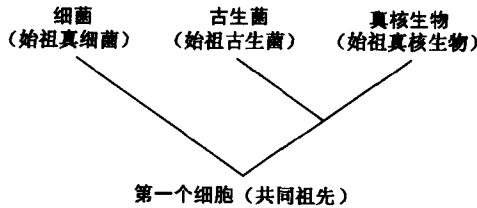


图 A1.1 从原始共同祖先进化而来的三个细胞谱系

### 原核生物和 真核生物

根据 rRNA 序列分析<sup>1)</sup>表明,在微生物世界中发现有从最原始的细胞进化而来的三类不同细胞谱系的分支(图 A1.1)。该谱系称为**界**(kingdoms)或**域**(domains),生物最初进化就从这里开始,一支分支发展成为**细菌**类群(以前称作真细菌 eubacteria),另一支是**古生菌**和**真核生物**(eukarya)分支。所有的细菌和古生菌都是微生物,而真核生物包括高等植物和动物以及被认为是微生物的真菌和原生生物。细菌和古生菌的细胞有**原核生物的**(prokaryotic)细胞结构。它们的细胞缺少明显的核膜和复杂的内部细胞器,即没有像在真核生物中发现的和能量产生相连系的线粒体或叶绿体。原核生物既没有内质

1) 原文为 DNA 技术,可能笔误。——译者注

网,也没有高尔基体等内膜系统。而**真核生物**(eukaryote)的意思是有一个真正的细胞核,但两种细胞类型之间还有其他许多的差别。这两类细胞的主要特性比较见表 A1.2。但还有其他的差别,将在适当的章节中讨论。现在也认为真核生物中发现的细胞器,是在进化的早期由内共生(endosymbiotic)方式发展起来的,如真核生物的线粒体和叶绿体就与某些原核生物的细胞表现出相当大的相似性。

**表 A1.2 原核生物和真核生物遗传的和细胞组装上的主要差别**

原核生物	真核生物
<b>遗传物质和复制的组装</b>	
DNA 在细胞质中游离	DNA 在膜包围的核中,只有一个核仁
一般只有一个染色体,但也有例外	多于一个染色体,每个染色体是双拷贝(双倍体)
DNA 与类组蛋白连接	DNA 与组蛋白连接
含有染色体外的遗传物质称为质粒	很少发现质粒
mRNA 中很少发现内含子(古生菌除外)	所有基因中都发现内含子
细胞分裂以二分裂方式(只有无性繁殖)	细胞分裂为有丝分裂
遗传信息传递可通过接合、转导、转化发生	遗传信息交换发生在有性繁殖过程。减数分裂导致产生单倍体细胞(配子)。它们能融合
<b>细胞的组装</b>	
质膜含有类何帕烷(hopanoids)(古生菌除外)	质膜含有固醇
(细胞壁)含有脂多糖和磷壁酸	
<b>能量代谢与细胞质膜联系</b>	多数情况能量代谢在线粒体中发生(某些厌氧微生物中不存在线粒体)
<b>光合作用与细胞质中的膜系统和泡囊联系</b>	藻类和植物细胞中存在叶绿体
	蛋白质合成和寻靶作用与内膜、粗糙内质网和高尔基体相联系
	有膜的泡囊如溶酶体和过氧化物酶体
	有微管骨架存在
由一种蛋白鞭毛蛋白构成的鞭毛 <sup>1)</sup>	鞭毛为 9+2 型微管排列的复杂结构
核糖体——70S	核糖体——80S(线粒体和叶绿体的核糖体 70S)
肽聚糖的细胞壁(只有细菌有,古生菌的细胞壁为不同的多聚体)	多糖的细胞壁,一般或是纤维素或者是几丁质

1) 单丝、中空管状简单鞭毛结构。——译者注

**微生物学的重要性** 微生物与人类生活的所有方面均有紧密联系,下面仅列出几个。

• **环境** 微生物在碳循环、氮循环和磷循环(地球化学循环)中承担主要作用,这些元素构成生物体的所有基本成分(参见 F1)。它们可与植物存在共生关系,维持土壤肥力和用作环境中有毒化合物的清洁剂(生物除污,参见 H4)。某些微生物是破坏植物的病原体

(参见 H5), 它们毁灭重要的作物, 但是也有另外的作用, 即它们可以作为针对这些疾病的生物防治剂。

- **医药** 某些微生物可引起众所周知的疾病。人类的病原体包括病毒(天花病毒引起天花, 参见 J8)、原生动植物(疟原虫引起疟疾, 参见 I5)和细菌(霍乱弧菌引起霍乱, 参见 F5)。迄今为止还不知道古生菌作为人类病原体的例子。但是微生物也能向我们提供用以控制某些非病毒感染的抗生素(参见 F7)类型药物和许多其他医学上的重要药物。
- **食品** 微生物在生产食品的许多不同的加工业中已被应用了几千年, 如干酪和面包制作, 酒的酿造(包括啤酒和葡萄酒)和调味品的酿造(酱油参见 F2)。坏处方面, 微生物引起食品酸败和食品上携带的微生物而引起疾病(参见 F5)。
- **生物工程** 传统的微生物已被用于合成许多重要的化合物, 包括丙酮、丁醇、醋酸(参见 F2)。最近, 遗传工程技术的进步已经导致可在微生物中克隆药用的重要多肽(如微生物中表达胰岛素), 然后可以大规模生产。
- **科学研究** 微生物由于比其更复杂的动物和植物更容易操作, 已被广泛用作模式生物去研究生物化学和遗传学的过程。几百万个同样的、单细胞的拷贝, 能以大量、迅速、而且低费用获得均质的实验材料。另外的益处是大多数人对用这些微生物进行实验没有种族上的异议。



## B1 异养微生物代谢途径

### 要 点

#### 高能化合物

异养营养类型是指从有机物质分子分解获得能量的营养方式。能量一般贮存于高能形式的化合物中,例如 ATP 和  $\text{NAD}^+$ 。这些高能化合物通过含氧和磷酸基的有机物分子氧化还原的平衡反应形成。

#### 糖酵解途径 (EMP)

糖酵解途径是大多数微生物将糖(如葡萄糖和果糖)分解为丙酮酸和产生 2 分子 ATP、定位在细胞质中的一条代谢途径。生成的丙酮酸,再进入三羧酸循环,并产生包括 ATP 和 NADH 等高能化合物。

#### 糖酵解替代 途径

许多己糖单磷酸途径(包括 ED 途径、磷酸酮解酶途径和磷酸戊糖途径)可作为葡萄糖氧化的糖酵解途径的替代途径。这些途径每分子葡萄糖产生的 ATP 少于糖酵解途径,但是它能产生重要的代谢中间产物,包括 NADPH 和合成核酸所需的戊糖。

#### 三羧酸循 环与呼吸

好氧细菌的三羧酸循环在细胞质中进行,而好氧真核生物的三羧酸循环在线粒体中进行。呼吸是有机物完全氧化生成  $\text{CO}_2$  和水的过程。它需要一个外源电子受体,通常是分子氧,结果形成大量 ATP。每 1 个分子葡萄糖氧化通过三羧酸循环产生 12 个分子的 ATP。通过三羧酸循环也产生脂肪酸合成、核苷酸合成和氨基酸合成所需的重要中间产物。

#### 发 酵

发酵是在厌氧条件下发生的有机物质的不完全氧化过程。与呼吸相比,葡萄糖产生的能量较低。不完全氧化生成的产物包括丙酮酸、乳酸、甲酸和乙醇等。

**高能化合物** 细胞存活的先决条件是具有进行新陈代谢产生高能化合物和贮存能量的能力。细胞从有机化合物或无机化合物一系列平衡的氧化还原(oxidation-reduction, redox)反应获得能量。下面所示为简单的氧化还原反应: