



中国科学院研究生教学丛书



现代微生物学

刘志恒 主编

科学出版社

156
中国科学院研究生教学丛书

现代微生物学

刘志恒 主编

科学出版社

2002

内 容 简 介

本书作为研究生的教科书在内容和结构上采用基础科学和应用科学相结合,以基础科学为主的编排处理。内容涵盖了当今微生物学迅速发展的领域如原核微生物、极端微生物和古菌、真菌、病毒,以及它们的生态、生理、生化代谢、遗传、免疫等。书中介绍了细菌和真菌分子系统学、病毒学、微生物分子生态学、微生物生理学、微生物生物化学、原核生物基因表达、真核基因表达、免疫学等。为了增加图书的直观性,书中包含了大量的图表及说明,以增加直观教学的效果。

本书适合于理工院校生物系高年级学生、研究生、教师参考,也可供从事与微生物领域相关的科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代微生物学/刘志恒主编. —北京:科学出版社, 2002.7
(中国科学院研究生教学丛书)
ISBN 7-03-010113-8

I. 现… II. 刘… III. 微生物学-研究生-教材 IV. Q93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 009346 号

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>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年7月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2002年7月第一次印刷 印张:58

印数:1—3 000

字数:1 338 000

定价:88.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

前 言

作为研究生教科书名的“现代微生物学”(current microbiology)并非生物学中的科学名称,而是作者强调以现代科学理论、知识和技术论述微生物基本原理的书名的一种称谓,以区别于大学教材书名“普通微生物学”。

当今微生物学作为基础生物科学,随着科学技术的迅速发展已使得对它的研究领域大大扩展。根据不同研究领域提出的问题,将微生物分成细菌、原生生物、藻类、真菌和病毒等类群,对它们分门别类地进行研究便构成了微生物学中的一些相对独立学科。甚至一些不仅仅以微生物为研究对象,如研究人体对微生物反应的免疫学也成了独立的分支学科。随着对极端环境微生物——古菌(*Archaea*)研究所取得的进展,科学家认为微生物不仅是地球上最早的生命形式,而且也可能是地球以外生物存在的生命形式。从而人类以研究和寻找从月球、火星以及其他星球采回的岩石样品中的微生物为研究对象,探讨地球以外生命的外空生物学(exobiology)也应运而生。从而不难看出,当今微生物学各个研究领域之间的延伸和相互交叉,微生物学与其他学科间的相互交叉,是构成现代微生物学的显著特点。

为了适应微生物学领域的快速发展,充分反映微生物学新的研究技术和成果,特别是分子生物学技术在微生物学及其分支学科中的广泛应用所引起的许多新的突破、新的生长点的形成,我们汇集了既有长期从事研究工作积累,又有研究生培养经验的各个微生物学研究领域的专家,试图将研究人员的技术和知识带入课堂,编写这部以《现代微生物学》为书名的研究生教材,奉献给广大的研究生和教师及科研人员。

本书在内容和结构上采用基础科学和应用科学相结合,以基础科学为主的编排处理。对于普通微生物学中已有的基本概念和理论、传统微生物学技术等,本书只作引用而不再展开论述。本书强调新的技术,如多相分类技术、分子生态技术、分子表达及调控、基因重组技术等,新的理论,如分子系统(molecular systematics)、多相分类(polyphasic taxonomy)、极端微生物(extremophiles)、分子生态(molecular ecology)、真菌生物多样性(fungi biodiversity)、分子病毒学(molecular virology)、代谢分子表达与调控(molecular expression and regulation)、基因重组(gene recombination)、分子免疫(molecular immunology)等。全书共十章,内容涵盖了当今微生物学迅速发展的原核微生物、极端微生物和古菌、真菌、病毒,以及它们的生态、生理、生化代谢、遗传、免疫等诸多领域。书中将重点介绍原核生物系统进化研究的分子分类和多相分类理论与技术;被人们认为是生物进化第三生命形式的古菌分子生物学;物种丰富和最有应用潜力的真菌分子系统学;与基因工程和人类健康越来越密切相关的病毒学;在维持人类生存环境生态平衡发挥重要作用的微生物分子生态学;探讨微生物生命活动规律的微生物生理学;介绍生化代谢过程分子表达及调控、代谢网络概念的微生物生物化学;论述遗传工程理论和应用中的原核生物基因表达,如对操纵子的调节蛋白调节、 σ 因子调

节、全局性调节及前导序列的内部终止子作用；转座因子的结构、功能，组成型转座和保守型转座机理及反转座子；以噬菌体的双链 DNA、单链 DNA 和 RNA 噬菌体为代表，讨论转录和翻译机制；质粒的滚环式复制、 θ 式复制、反义 RNA 对复制调节和分配及稳定性机制；真核生物三种 RNA 聚合酶转录基因的方式及调节机理，以及 mRNA 前体内含子加工方式、机理和翻译后加工等问题的微生物遗传学；介绍免疫器官、免疫细胞和免疫分子结构与功能；抗原诱导的免疫应答过程；抗原的分子结构及淋巴细胞对抗原识别的分子机理；噬菌体抗体文库和基因工程的研究应用；抗感染免疫学和抗肿瘤免疫学在临床中的应用的免疫学。

为了减少书中过多文字的叙述，增加直观教学的效果，书中有大量的图表及说明。然而，本书作为研究生教材，书中有意保留了一些专业名词或术语的原文；同时略去了一般大学教科书中的复习思考题，而是将问题留给研究生自己去思考和总结。为了读者进一步阅读文献的需要，每章最后均附有主要参考文献目录。

参加本书编写的主要作者有：中国科学院微生物研究所的刘志恒教授（第 1、2 章）；东秀珠教授（第 2 章）；徐毅博士（第 3 章）；白逢彦教授（第 4 章）；加拿大 British Columbia 大学的杨德成博士和张慧芳博士（第 5 章）；刘志培博士（第 6 章）；北京师范大学的辛明秀博士（第 7 章）；江宁教授和王钦宏博士（第 8 章）；门大鹏和贾盘兴教授（第 9 章）；中国人民解放军总医院袁玫教授和中国科学院微生物研究所的阎锡蕴教授（第 10 章）。

在编写本书过程中，中国科学院魏江春院士、田波院士给予了热情的鼓励和支持。李炜博士为全书的图表和文字处理付出了大量的劳动。科学出版社编辑们为本书顺利出版进行了辛勤的工作。在此编者特别感谢。

尽管参加本书编写的所有作者为写好本书付出了大量的艰辛劳作，但由于编写水平所限，书中出现错误仍在所难免，热切欢迎读者批评指正。

中国科学院微生物研究所 刘志恒

2000.12.28 北京

目 录

第 1 章 概论	(1)
1.1 现代微生物学的意义	(1)
1.2 现代微生物学的主要研究领域	(2)
1.2.1 分子系统学	(2)
1.2.2 分子细胞学	(3)
1.2.3 分子生态学	(7)
1.2.4 分子遗传学	(9)
1.2.5 分子病毒学	(11)
1.2.6 分子免疫学	(12)
1.3 微生物多样性	(14)
1.3.1 微生物多样性	(14)
1.3.2 生物多样性与天然产物筛选的研究方法	(16)
1.3.3 微生物多样性的保护和管理	(17)
第 2 章 原核生物	(19)
2.1 引言	(19)
2.1.1 原核生物的描述和定义	(19)
2.1.2 原核生物的细胞分子生物学基础	(22)
2.1.3 现有的原核生物分类系统	(38)
2.1.4 原核生物的多相分类	(43)
2.1.5 细菌命名法规简介	(70)
2.2 真细菌	(71)
2.2.1 高 G + Cmol% 革兰氏阳性细菌	(71)
2.2.2 低 G + Cmol% 革兰氏阳性细菌	(92)
2.2.3 支原体	(119)
2.2.4 蓝细菌	(121)
2.2.5 变形菌纲—— α 亚纲	(129)
2.2.6 变形菌纲—— β 亚纲	(139)
2.2.7 变形菌纲—— γ 亚纲	(143)
2.2.8 变形菌纲—— δ 亚纲	(162)
2.2.9 变形菌纲—— ϵ 亚纲：弯曲杆菌属和螺杆菌属	(168)
2.2.10 螺旋体属和钩端螺旋体属	(169)
2.2.11 拟杆菌 - 噬纤维菌群	(172)
2.2.12 异常球菌科	(175)
2.2.13 栖热菌属及相关细菌	(177)

2.2.14	疣微菌属	(178)
2.2.15	嗜热袍菌目	(179)
第 3 章	极端微生物和古菌	(186)
3.1	极端微生物	(186)
3.1.1	引言	(186)
3.1.2	研究现状	(186)
3.1.3	极端微生物类群	(187)
3.2	古菌	(217)
3.2.1	引言	(217)
3.2.2	古菌类群	(222)
3.2.3	古菌：早期的生命形式？	(236)
第 4 章	真菌	(239)
4.1	真菌概述	(239)
4.2	真菌的重要性	(240)
4.2.1	真菌的益处	(240)
4.2.2	真菌的害处	(242)
4.3	真菌的形态与结构	(243)
4.3.1	真菌的一般特征	(243)
4.3.2	菌体的基本组成结构——菌丝	(245)
4.3.3	细胞壁的结构与组成	(250)
4.3.4	菌丝生长	(252)
4.3.5	单细胞真菌——酵母细胞的基本结构	(254)
4.3.6	真菌的繁殖	(255)
4.3.7	异核现象与准性生殖	(258)
4.4	真菌界及其主要类群	(261)
4.5	壶菌门	(263)
4.5.1	生境与重要性	(263)
4.5.2	营养体形态与结构	(264)
4.5.3	无性繁殖	(266)
4.5.4	有性生殖	(268)
4.5.5	代表壶菌及其生活史	(268)
4.6	接合菌门	(275)
4.6.1	生境与重要性	(275)
4.6.2	毛霉目	(275)
4.6.3	球囊霉目	(282)
4.7	子囊菌门	(283)
4.7.1	生境与重要性	(283)
4.7.2	营养体结构	(284)
4.7.3	无性繁殖	(287)

4.7.4	有性生殖	(291)
4.7.5	代表类群	(296)
4.8	担子菌门	(302)
4.8.1	生境和重要性	(302)
4.8.2	菌体结构及有性生殖	(303)
4.8.3	无性繁殖	(310)
4.8.4	担子菌的主要类群	(311)
4.9	卵菌门	(323)
4.9.1	生境和重要性	(324)
4.9.2	营养体结构	(324)
4.9.3	无性繁殖	(326)
4.9.4	有性生殖	(328)
4.9.5	生化特征	(328)
4.9.6	卵菌门的主要类群	(329)
第5章	病毒	(342)
5.1	病毒的性质	(342)
5.1.1	病毒的基本特点	(342)
5.1.2	病毒的结构	(343)
5.1.3	病毒的形状	(344)
5.2	病毒的寄主	(346)
5.3	病毒的酶类	(348)
5.4	病毒的分类和命名	(349)
5.4.1	分类的原理	(349)
5.4.2	病毒的命名	(350)
5.5	病毒的复制	(351)
5.5.1	病毒的转录	(351)
5.5.2	RNA 病毒的复制	(351)
5.5.3	DNA 病毒的复制	(354)
5.5.4	病毒的复制周期	(355)
5.6	肝炎病毒	(360)
5.6.1	A 型肝炎病毒	(360)
5.6.2	B 型肝炎病毒	(361)
5.6.3	C 型肝炎病毒	(364)
5.6.4	D 型肝炎病毒	(366)
5.6.5	E 型肝炎病毒	(368)
5.6.6	F 型肝炎病毒	(369)
5.6.7	G 型肝炎病毒	(369)
5.7	癌症病毒	(370)
5.7.1	疱疹病毒与癌症	(371)

5.7.2	肝癌与肝炎病毒	(372)
5.7.3	皮肤癌和乳头瘤病毒	(372)
5.7.4	白血病病毒	(374)
5.7.5	病毒性癌症的发病机制	(375)
5.7.6	病毒引发癌症的分子机制	(375)
5.8	反转录病毒	(377)
5.8.1	反转录病毒的特点	(377)
5.8.2	反转录病毒的结构	(378)
5.8.3	反转录病毒的复制	(379)
5.8.4	HIV 的致病性	(381)
5.9	噬菌体	(382)
5.9.1	RNA 噬菌体——MS2	(383)
5.9.2	单链多面体状 DNA 噬菌体—— Φ X174	(384)
5.9.3	单链丝状 DNA 噬菌体——M13	(386)
5.9.4	双链 DNA 噬菌体——T7	(386)
5.9.5	双链 DNA 噬菌体——T4	(388)
5.9.6	温和噬菌体：溶源性噬菌体和 λ 噬菌体	(390)
5.9.7	可易位的噬菌体——Mu 噬菌体	(395)
5.10	病毒状感染因子	(397)
5.10.1	卫星病毒	(397)
5.10.2	类病毒	(398)
5.10.3	朊病毒	(399)
第 6 章	微生物生态学	(403)
6.1	生态学概论	(403)
6.1.1	生态学的定义	(403)
6.1.2	现代生态学的研究领域	(404)
6.1.3	现代生态学的研究展望	(406)
6.1.4	微生物生态系统和微生物生态学	(407)
6.2	自然界中的微生物及其进化与多样性	(408)
6.2.1	微生物在自然界中的分布	(408)
6.2.2	微生物进化	(408)
6.2.3	微生物生态系统多样性	(409)
6.3	微生物生态学研究中的传统方法	(412)
6.3.1	样品的采集、富集培养和微生物纯培养的分离	(412)
6.3.2	最大或然值法	(412)
6.3.3	活菌计数法	(413)
6.4	微生物生态学中的分子生物学方法	(413)
6.4.1	核酸探针杂交技术	(413)
6.4.2	PCR 特异性扩增技术	(414)

6.4.3	rRNA 基因同源性分析方法	(415)
6.4.4	变性梯度胶电泳技术	(417)
6.5	自然界中微生物酶活性的测定	(418)
6.5.1	水解酶类活性的测定	(419)
6.5.2	脱氢酶活性的测定	(420)
6.5.3	微生物呼吸率的测定	(420)
6.6	微生物与物质循环	(420)
6.6.1	微生物在碳素循环中的作用	(421)
6.6.2	微生物在氮和磷素循环中的作用	(422)
6.6.3	微生物在硫元素循环中的作用	(424)
6.6.4	微生物在其他元素循环中的作用	(425)
6.6.5	微生物在生物成矿中的作用	(425)
6.7	微生物与重金属的相互作用	(426)
6.7.1	重金属对微生物的营养性和毒性作用	(426)
6.7.2	微生物对重金属的抗性作用	(427)
6.7.3	微生物对重金属的吸附和富集作用	(427)
6.8	微生物与生物外源性物质的相互作用	(428)
6.8.1	生物外源性物质对微生物的作用	(428)
6.8.2	微生物对生物外源性物质的转化作用	(429)
6.8.3	微生物对生物外源性物质的降解作用	(430)
6.9	微生物之间及其与动、植物的相互作用	(432)
6.9.1	微生物之间的相互作用	(432)
6.9.2	微生物与植物的相互作用	(434)
6.9.3	微生物与动物的相互作用	(436)
6.10	微生物在环境保护中的应用	(438)
6.10.1	生物处理	(439)
6.10.2	生物整治	(441)
第 7 章	微生物生理学	(445)
7.1	引言	(445)
7.2	微生物细胞的结构与功能	(446)
7.2.1	细胞表面结构与附属物	(446)
7.2.2	细胞壁的生理功能	(451)
7.2.3	细胞膜的结构与功能	(453)
7.2.4	细胞核的结构与功能	(455)
7.3	微生物的营养	(455)
7.3.1	微生物的营养需求	(455)
7.3.2	微生物的营养类型	(462)
7.3.3	微生物分泌的胞外酶	(463)
7.3.4	营养物质进入细胞的方式	(463)

7.4	微生物的生长与繁殖	(467)
7.4.1	微生物的个体生长和细胞周期	(467)
7.4.2	微生物的群体生长规律	(470)
7.5	微生物对环境的适应	(473)
7.5.1	微生物对温度的适应	(473)
7.5.2	微生物对渗透压的适应	(477)
7.5.3	氧气对微生物生长的影响	(478)
7.5.4	微生物对 pH 的适应	(479)
7.5.5	高盐环境对微生物生长的影响	(480)
7.6	微生物的分化	(480)
7.6.1	营养细胞的分化	(480)
7.6.2	孢子形成的基因调控	(483)
第 8 章	微生物生化代谢	(495)
8.1	微生物细胞的化学	(495)
8.1.1	细胞的生物元素	(495)
8.1.2	生物溶剂——水	(496)
8.1.3	小分子：单体	(496)
8.1.4	细胞多聚物组成了细胞的干物质	(497)
8.2	微生物代谢	(499)
8.2.1	代谢的热力学	(500)
8.2.2	ATP 的产生	(502)
8.2.3	糖代谢	(506)
8.2.4	脂代谢	(524)
8.2.5	氨基酸代谢	(535)
8.2.6	核苷酸代谢	(539)
8.3	大分子的生物合成	(546)
8.3.1	核酸的合成	(547)
8.3.2	蛋白质的合成	(553)
8.3.3	多糖的合成	(563)
8.4	代谢调节	(570)
8.4.1	代谢调节概论	(570)
8.4.2	诱导与阻遏	(574)
8.4.3	反馈抑制	(578)
8.4.4	代谢网络	(581)
8.4.5	代谢调节与微生物育种	(584)
8.5	次级代谢	(593)
8.5.1	次级代谢的意义	(594)
8.5.2	次级代谢的调节	(595)
8.5.3	次级代谢的生物合成	(603)

第 9 章 微生物遗传学	(618)
9.1 原核生物基因转录的调控	(618)
9.1.1 乳糖利用的调节基因	(619)
9.1.2 操纵子	(621)
9.1.3 原核生物的启动子结构	(622)
9.1.4 操纵子及其调控	(627)
9.1.5 基因转录的时序调控	(630)
9.1.6 原核生物中的全局性调控	(633)
9.1.7 转录终止	(639)
9.1.8 环境对基因表达的调控	(651)
9.1.9 <i>rpsO-pnp</i> 操纵子转译的调控	(654)
9.2 噬菌体基因表达	(657)
9.2.1 噬菌体基因的表达调控	(657)
9.2.2 遗传重组	(676)
9.3 真核生物基因的转录	(686)
9.3.1 真核生物 RNA 聚合酶的多样性	(687)
9.3.2 第一类基因的转录	(688)
9.3.3 第三类基因的转录	(689)
9.3.4 第二类基因的转录	(691)
9.3.5 转录因子的形态和功能	(697)
9.3.6 半乳糖基因转录的调控	(699)
9.3.7 葡萄糖的转录级联阻遏	(700)
9.3.8 核小体的全局性抑制作用	(703)
9.3.9 酵母基因转录的终止	(704)
9.3.10 酵母线粒体	(705)
9.4 真核生物基因转录和转译后加工	(707)
9.4.1 转录本的后加工	(707)
9.4.2 RNA 编辑	(730)
9.4.3 酵母外激素转译后加工	(733)
9.5 质粒	(735)
9.5.1 质粒是什么?	(735)
9.5.2 质粒的复制	(738)
9.5.3 θ 式复制	(738)
9.5.4 滚环式复制	(739)
9.5.5 链霉菌 pSLA2 线形质粒在端粒处的复制	(742)
9.5.6 反义 RNA 和不亲和性	(745)
9.5.7 质粒与抗药性	(753)
9.5.8 革兰氏阴性菌质粒接合转移	(754)
9.5.9 革兰氏阳性菌质粒接合转移	(758)

9.5.10	生物界之间交换基因	(760)
9.5.11	酵母质粒	(763)
9.6	转座因子	(769)
9.6.1	转座因子的发现	(769)
9.6.2	转座因子的种类	(770)
9.6.3	插入序列	(770)
9.6.4	转座子	(772)
9.6.5	鞭毛的相转变	(784)
9.6.6	酵母接合型转换	(785)
9.6.7	酵母中的逆转座子 Ty	(789)
第 10 章	免疫学	(798)
10.1	免疫系统的进化、免疫器官	(799)
10.1.1	免疫系统的进化	(799)
10.1.2	免疫器官	(799)
10.1.3	其他免疫功能组织	(800)
10.2	免疫细胞	(805)
10.2.1	T 细胞	(805)
10.2.2	B 淋巴细胞及其功能	(808)
10.2.3	自然杀伤细胞 (NK 细胞)	(812)
10.2.4	K 细胞	(813)
10.2.5	单核/吞噬细胞	(813)
10.2.6	抗原递呈细胞	(814)
10.3	免疫球蛋白的结构与功能	(817)
10.3.1	免疫球蛋白的基本结构	(817)
10.3.2	抗体的多变性与基因调控	(820)
10.3.3	免疫球蛋白的类别	(825)
10.3.4	免疫球蛋白的功能	(826)
10.4	主要组织相容复合物	(826)
10.4.1	HLA 的分类和分布	(826)
10.4.2	HLA 的分子结构	(827)
10.4.3	HLA 的基因组	(829)
10.4.4	MHC 的组装与抗原递呈	(831)
10.4.5	HLA 的主要功能	(835)
10.5	补体	(835)
10.5.1	补体的组成、命名和特性	(835)
10.5.2	补体的激活	(836)
10.5.3	补体的受体	(841)
10.5.4	补体的基因	(842)
10.5.5	补体的功能	(842)

10.5.6	补体与其他酶系统的相互作用	(845)
10.6	细胞因子	(846)
10.6.1	细胞因子的来源和分类	(846)
10.6.2	细胞因子的共同特点	(846)
10.6.3	细胞因子的受体	(847)
10.6.4	细胞因子的拮抗剂	(848)
10.7	抗原及抗原识别	(849)
10.7.1	抗原	(849)
10.7.2	B 细胞识别抗原的特点	(850)
10.7.3	T 细胞识别抗原的特点	(852)
10.7.4	超抗原	(861)
10.8	免疫应答	(861)
10.8.1	B 细胞介导的免疫应答	(861)
10.8.2	T 细胞介导的免疫应答	(866)
10.8.3	不依赖 T 细胞的细胞免疫应答	(868)
10.8.4	髓细胞的杀伤作用	(871)
10.9	免疫调节	(871)
10.9.1	细胞因子的调节作用	(871)
10.9.2	抗体的调节作用	(871)
10.9.3	补体的调节作用	(872)
10.9.4	独特型网络的调节作用	(872)
10.9.5	免疫细胞的调节作用	(873)
10.9.6	免疫调节的遗传控制	(875)
10.9.7	神经内分泌免疫调节	(876)
10.10	免疫耐受	(877)
10.10.1	概述	(877)
10.10.2	免疫耐受的形成	(877)
10.10.3	免疫耐受的维持和终止	(878)
10.10.4	免疫耐受的机理	(878)
10.10.5	T 细胞的免疫耐受	(879)
10.10.6	B 细胞的免疫耐受	(879)
10.10.7	人工诱发免疫耐受	(881)
10.11	变态反应	(882)
10.11.1	I 型变态反应	(882)
10.11.2	II 型变态反应	(883)
10.11.3	III 型变态反应	(884)
10.11.4	VI 型变态反应	(887)
10.12	抗感染免疫	(890)
10.12.1	抗细菌免疫	(891)

10.12.2	抗病毒免疫	(894)
10.12.3	抗真菌免疫	(898)
10.13	免疫缺陷.....	(899)

第1章 概 论

1.1 现代微生物学的意义

1.2 现代微生物学的主要研究领域

1.2.1 分子系统学

1.2.2 分子细胞学

1.2.3 分子生态学

1.2.4 分子遗传学

1.2.5 分子病毒学

1.2.6 分子免疫学

1.3 微生物多样性

1.3.1 微生物多样性

1.3.2 生物多样性与天然产物筛选的研究方法

1.3.3 微生物多样性的保护和管理

1.1 现代微生物学的意义

“现代微生物学”(current microbiology)并非生物学中的科学名称,而是作者强调以现代科学理论、知识和技术论述微生物基本原理的书名称谓。作为研究生教科书名在于有别于大学教材书名“普通微生物学”。

许多年来,科学技术的发展已使得微生物学的研究领域大大扩展。当今微生物学作为基础生物学,不仅提供了一些重要的基于物理和化学原理探讨自然生命过程的有关研究材料;而且作为应用科学,微生物学已涉及医学、工业、农业和环境中的许多实际问题。根据不同研究领域提出的问题再从不同角度进行细分,将微生物分成细菌、原生生物、藻类、真菌和病毒等类群,对它们分门别类地进行研究便构成了微生物学中的一些相应独立学科。一些不仅仅以微生物为研究对象,如研究人和动物体对微生物反应的免疫学也成了独立的分支学科。随着对极端环境微生物——古菌(Archaea)研究所取得的进展,微生物学家认为微生物不仅是地球上最早的生命形式而且也可能是地球以外生物存在的生命形式,从而人类以研究和寻找从月球、火星以及其他星球采回的岩石样品中的微生物为研究对象,探讨地球以外生命的外空生物学(exobiology)也应运而生。从而不难看出,当今微生物学各个研究领域之间的延伸和相互交叉,微生物学与其他学科间的相互交叉,是构成现代微生物学的显著特点。

现代微生物学的基本概念包括:研究原核生物系统进化的分子分类和多相分类理论和技术;研究被人们认为是生物进化第三生命形式的古菌;研究物种丰富和最有应用潜力的真菌分子系统学;研究与基因工程和人类健康越来越密切相关的病毒学;研究在维持人类生存环境生态平衡发挥重要作用的微生物分子生态学;探讨微生物生命活动规律的微生物生理学;介绍生化代谢过程分子表达及调控、代谢网络概念的微生物生物化学;论述遗传工程理论和应用中的原核生物基因表达,如对操纵子的调节蛋白调节、 σ 因子调节、全局性调节及前导序列的内部终止子作用;转座因子的结构、功能,组成型转座和保守型转座机理及逆转座子;噬菌体的双链DNA、单链DNA和RNA噬菌体为代表,讨论转录和翻译机制;质粒的滚环式复制、 θ 式复制、反义RNA对复制调节和

分配及稳定性机制；真核生物三种 RNA 聚合酶转录基因的方式及调节机理，以及 mRNA 前体内含子加工方式、机理和翻译后加工等问题的微生物遗传学；介绍免疫器官、免疫细胞和免疫分子结构与功能；抗原诱导的免疫应答过程；抗原的分子结构及淋巴细胞对抗原识别的分子机理；噬菌体抗体文库和基因工程的研究应用；抗感染免疫学和抗肿瘤免疫学在临床中的应用的免疫学。

微生物的转导 (transduction) 和转化 (transformation) 两个有名的分子遗传学实验，证明了生物的遗传物质是核酸，微生物是核酸传递的载体。随后就产生了分子生物学和基因工程学。其影响是带来了一场新的生物学革命。今天利用基因克隆技术已趋于成熟，人类几乎可以随心地克隆出人们所需要的各种动植物品种，并生产出不同功能性状的产物。

世界上人类首次完成对酿酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) 具有的 6000 个基因进行了全部序列测定 (Goffeau, 1996)，一场规模庞大的人类和其他生物的基因组 (genome) 测序研究工作也随之积极开展，后基因组 (post-genome) 的时代也即将到来。其结果意味着以分子生物学为核心的生命科学与生物技术酝酿着新的重大突破，人类对生命本质将有更新的认识，为工业、农业、医学和健康将带来全新的革命进展。现代微生物学作为知识的载体也必将发挥更大的作用。

1.2 现代微生物学的主要研究领域

1.2.1 分子系统学

分子系统学 (molecular systematic) 是指在分子或基因水平上研究微生物系统进化和物种多样性的科学。

微生物的丰富多样性 (见 1.3 节) 的发生是受微生物与微生物间、微生物与环境间的相互作用，受遗传性状控制的进化结果。微生物作为地球上最早存在的生命形式大约发生在 35 亿年前。在早期地球大气处于还原态的环境中自然生成了第一个非常原始的细胞，并开始了生物进化阶段。原始生物必须具备两种特性：①代谢，能够转化能量和营养；②遗传，能分配和传送它的遗传特性给子代。早期的代谢是厌氧的，而且可能是化学异养也可能是化学自养，或两者兼有。 FeS_2 的生成可能是最早的代谢方式。随着时间的推移，突变和选择可能产生对化学环境变化有更好调节作用的代谢方式，最终是基于叶啉的光合作用的产生。光合作用首先是厌氧的，尔后是有氧光合作用并导致有氧大气的出现及其他高等生物的进化。原始生物细胞中的 RNA 是惟一的生物大分子，即所谓的“RNA 生命年代”。可能最先使用 RNA 核酸物质负责遗传信息和酶的组合，然而这种 RNA 并非十分有效于生物催化；接着蛋白质的出现和催化作用显著地改变了细胞生活。由于生物进化中需要储存更多遗传信息，作为细胞基因的 DNA 开始建立。DNA 由于其比 RNA 能够提供更为稳定的遗传信息形式和更精确的拷贝，从而进化中取代了 RNA 作为遗传信息的储存形式。这样，DNA、RNA 和蛋白质就成为生物进化系统的物质基础。漫长的生物进化岁月中，微生物生境的多变引起了由核酸构成的基因突变和重组的频繁发生，结果导致微生物生长、遗传变异和消失的进化和分化过程。在这一过程