高等学校试用教材

微生物学

杨颐康 主编

高等教育出版社

58.6
682

高等学校试用教材

微生物学

杨颐康 主编

陆文娟 杨颐康 柯嘉康
牛若芳 杨庆尧 何方淑 编
王印安 王绍武 李宗义

=k604/0

高等教育出版社

内 容 简 介

本书是高等师范院校基础微生物学教科书。内容包括绪论和原核微生物、真菌、病毒、微生物的营养、代谢、生长、生态、遗传变异、传染与免疫、细菌分类等10章。本书文字简明，注意反映最新科学成就和理论联系实际。书中附有较多的图表和照片，各章后附提要、习题和参考书，供自学参考用。

本书适用于高等师范院校生物系。

高等学校试用教材

微 生 物 学

杨颐康 主编

*

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京市印刷一厂印装

*

开本787×1092 1/16 印张17.5 字数398,000
1986年5月第1版 1986年5月第1次印刷
印数00,001—21,300
书号13010·01225 定价2.75元

前　言

高等师范院校生物系根据部颁的教学计划开设的普通微生物学课程已有20多年，但迄今尚无适当的教材。根据1980年6月武汉高师会议的安排，华东师范大学、河南师范大学、上海师范大学的部分微生物学教师着手分工编写此教材，后华中师范大学也参加了编写工作。我们根据师范院校的特点，以微生物学的基本理论、基础知识和基本技能为主要内容，力求理论联系实际，反映科学新成就，并做到简明易懂，图文并茂。

本书第二稿于1982年5月完成后由教材编写组审阅。王祖农教授主持会议，并由王祖农、王国珣、王绍武、杨靖春、杨松涛等五人组成领导小组。王印安、王宝林、王常仕、汪耀南、李宗义、何方淑、林梦藻、陆文娟、柯嘉康、陈胜兰、杨庆尧、杨颐康、曹文伟等同志参加了审稿工作。

本书第三稿于1983年6月底完成。绪论由上海师范大学陆文娟和华东师范大学杨颐康编写，第一章由华东师范大学柯嘉康编写，第二章由河南师范大学牛若芳编写，第三章由上海师范大学杨庆尧编写，第四章和第六章由河南师范大学何方淑编写，第五章由柯嘉康和杨颐康编写，第七章由河南师范大学王印安编写，第八章由柯嘉康和陆文娟编写，第九章由华中师范大学王绍武编写，第十章由河南师范大学李宗义编写。最后由杨颐康统稿。

本书稿已于1983年秋季在华东师范大学、上海师范大学、河南师范大学等校试用。

参加本书编写工作的还有王仪梅、朱文杰（摄影）、叶履平、汪杰、吴自荣（画图）、周芭文、黄秀琴等同志。

由于我们水平有限，错误和不当之处，请提宝贵意见。

杨颐康

1984年3月10日

39518

目　录

绪论 …… 1
第一节　微生物学的研究对象、任务和分科 …… 1
一、微生物学的研究对象 …… 1
二、微生物学的任务及分科 …… 1
第二节　微生物学的发展简史 …… 2
一、我国古代对微生物的利用 …… 2
二、微生物的发现和微生物学的创立 …… 3
（一）微生物的发现 …… 3
（二）微生物学的创立 …… 4
三、现代微生物学的发展 …… 5
第三节　微生物学今后的发展 …… 6
第一章　原核微生物 …… 8
第一节　细菌 …… 9
一、细菌的形状和大小 …… 9
二、细菌的细胞结构 …… 11
（一）鞭毛和纤毛 …… 11
（二）荚膜或粘液层 …… 15
（三）细胞壁 …… 15
（四）细胞膜 …… 22
（五）细胞内膜 …… 23
（六）核糖体 …… 23
（七）颗粒状内含物 …… 23
（八）气泡 …… 25
（九）细胞核和质粒 …… 25
（十）芽孢和伴孢晶体 …… 25
三、细菌的繁殖 …… 29
（一）细菌的繁殖方式 …… 29
（二）菌落和菌落形态 …… 31
第二节　放线菌 …… 32
一、放线菌的一般特征 …… 32
二、链霉菌属放线菌 …… 32
三、其他放线菌属 …… 34
（一）诺卡氏菌 …… 34
（二）小单孢菌 …… 34
（三）放线菌 …… 34
第三节　其他原核微生物 …… 34
一、立克次氏体 …… 34
二、衣原体 …… 35
三、支原体 …… 36
四、蓝细菌 …… 37
第二章　真核微生物——真菌 …… 40
第一节　单细胞真菌——酵母菌 …… 40
一、酵母菌的形态结构 …… 40
（一）酵母菌的形状和大小 …… 40
（二）酵母菌的细胞结构 …… 40
二、酵母菌的繁殖方式 …… 43
（一）无性繁殖 …… 43
（二）有性繁殖 …… 44
三、常见的酵母菌 …… 44
（一）啤酒酵母 …… 44
（二）热带假丝酵母 …… 44
第二节　丝状真菌——霉菌和大型真菌 …… 45
一、霉菌 …… 46
（一）霉菌的形态结构 …… 46
（二）霉菌的繁殖方式 …… 46
（三）常见霉菌 …… 49
二、大型真菌 …… 51
（一）菌体的形态构造 …… 52
（二）常见食用菌 …… 53
第三节　真核微生物与原核微生物的比较 …… 54
第三章　病毒 …… 56
第一节　病毒的形态结构 …… 56
一、病毒的形态和大小 …… 56
二、病毒的化学组成 …… 57

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

（一）病毒蛋白质 …… 57
（二）病毒核酸 …… 57
（三）其他化学成分 …… 58
三、病毒的基本结构 …… 59
（一）螺旋对称 …… 59
（二）立方体对称 …… 60
（三）复合对称 …… 61
第二节　病毒的增殖 …… 64
一、病毒的增殖过程 …… 64
（一）吸附 …… 64
（二）侵入和脱壳 …… 64
（三）生物合成 …… 65
（四）装配 …… 69
（五）释放 …… 69
二、温和噬菌体和溶源性细菌 …… 70
三、一步生长曲线 …… 71
第三节　病毒的分类 …… 72
一、病毒的分类标准和密码 …… 72
（一）病毒的分类标准 …… 72
（二）分类密码 …… 73
二、病毒的分类 …… 73
（一）一种以上寄主的病毒 …… 73
（二）脊椎动物病毒 …… 74
（三）植物病毒 …… 74
（四）细菌病毒——噬菌体 …… 75
（五）无脊椎动物病毒 …… 76
三、病毒的类别 …… 76
（一）动物病毒 …… 76
（二）植物病毒 …… 76
（三）昆虫病毒 …… 76
（四）微生物病毒 …… 77
第四节　类病毒 …… 78
第四章　微生物的营养 …… 81
第一节　微生物的营养物质 …… 81
一、碳素化合物（碳源） …… 81
二、氮素化合物（氮源） …… 82
三、矿质元素 …… 83
四、生长因素 …… 84
五、水分 …… 85
第二节　微生物的营养类型 …… 86
一、光能无机营养型 …… 86
二、光能有机营养型 …… 87
三、化能无机营养型 …… 87
四、化能有机营养型 …… 88
第三节　微生物对营养物质的吸收 …… 88
一、单纯扩散 …… 89
二、促进扩散 …… 89
三、主动运输 …… 89
四、基团移位 …… 90
第四节　培养基 …… 92
一、配制培养基的基本原则 …… 92
（一）适合微生物的营养特点 …… 92
（二）调配好培养基中各种营养成分的比例 …… 92
（三）控制培养条件 …… 92
二、培养基的类型 …… 94
（一）根据微生物的种类 …… 94
（二）按照培养基的成分 …… 94
（三）按照培养基的用途 …… 95
（四）按照培养基的物理性状 …… 96
第五章　微生物的代谢 …… 99
第一节　微生物对有机物的分解 …… 99
一、不含氮有机物的分解 …… 99
（一）淀粉的分解 …… 99
（二）纤维素的分解 …… 99
（三）半纤维素的分解 …… 100
（四）果胶质的分解 …… 100
（五）木素和芳香族化合物的分解 …… 101
二、含氮有机物的分解 …… 101
（一）蛋白质的氨化作用 …… 102
（二）几丁质的氨化作用 …… 103
（三）尿素的氨化作用 …… 103
三、含硫有机物的分解 …… 103
四、含磷有机物的分解 …… 103
第二节　微生物的产能代谢——发酵和呼吸 …… 104
一、发酵 …… 105
（一）乙醇发酵 …… 105
（二）乳酸发酵 …… 106

（三）混合酸发酵 …… 108
（四）丙酮丁醇发酵 …… 109
二、呼吸 …… 110
（一）有氧呼吸 …… 111
（二）无氧呼吸 …… 112
第三节　微生物的固氮作用 …… 115
一、固氮微生物的种类 …… 115
二、根瘤菌和根瘤的形成 …… 116
三、固氮作用的机理 …… 117
第四节　细菌的光合作用和化能自养作用 …… 118
一、细菌的光合作用 …… 118
（一）依赖细菌叶绿素的光合作用 …… 119
（二）依赖叶绿素的光合作用 …… 121
（三）依赖细菌视紫红质的光合作用 …… 121
二、细菌的化能自养作用 …… 122
（一）氢细菌 …… 122
（二）硝化细菌 …… 123
（三）硫细菌 …… 123
第五节　细菌细胞物质的合成和微生物的耗能代谢 …… 124
一、蛋白质的合成 …… 125
（一）氨基酸的激活 …… 126
（二）在核糖体上合成多肽 …… 127
（三）肽链合成的终止和释放 …… 127
二、核酸的合成 …… 129
（一）DNA的作用机制 …… 129
（二）DNA的合成过程 …… 129
（三）RNA的合成 …… 130
三、肽聚糖的合成 …… 131
第六节　代谢调节 …… 132
一、酶合成调节 …… 134
（一）酶合成的诱导 …… 134
（二）酶合成的阻遏 …… 134
二、酶活性的调节 …… 135
第六章　微生物的生长 …… 138
第一节　微生物的个体生长 …… 138
一、同步生长 …… 138
（一）诱导法 …… 138
（二）选择法 …… 138
二、细菌的细胞生长 …… 139
（一）细胞壁的生长 …… 139
（二）DNA复制和细胞分裂 …… 139
三、真核微生物的细胞生长 …… 141
（一）霉菌的生长 …… 141
（二）酵母菌的细胞生长 …… 141
第二节　微生物的群体生长 …… 143
一、测定群体生长的方法 …… 143
（一）测定微生物的数量 …… 143
（二）测定微生物的重量 …… 144
二、微生物群体生长的规律 …… 144
（一）细菌群体生长的规律 …… 144
（二）霉菌群体生长的规律 …… 146
三、连续培养 …… 146
第三节　理化因子对微生物生长的影响 …… 147
一、物理因子 …… 148
（一）温度 …… 148
（二）通气 …… 151
（三）氧化还原电位 …… 152
（四）水分 …… 152
（五）辐射 …… 153
二、化学因子 …… 155
（一）营养物质 …… 155
（二）氢离子浓度 …… 156
第四节　化学药剂和化学治疗剂 …… 157
一、化学药剂 …… 157
（一）重金属盐类 …… 157
（二）有机化合物 …… 158
（三）氧化剂 …… 158
（四）卤素 …… 158
（五）表面活性剂 …… 158
（六）染料 …… 159
二、化学治疗剂 …… 160
（一）抑制叶酸合成的药剂 …… 160
（二）抑制肽聚糖合成的药剂 …… 161
（三）抑制蛋白质合成的药剂 …… 162
（四）抑制核酸复制的药剂 …… 162

（五）损伤细胞膜的药剂……162
第七章　微生物生态……165
第一节　微生物在自然界的分布……165
一、土壤中的微生物……165
（一）微生物对土壤的作用……165
（二）土壤是微生物良好的生活场所……165
（三）土壤中的微生物……165
（四）微生物在土壤中的分布状况……166
二、水体中的微生物……167
（一）微生物的水域环境……168
（二）淡水微生物……168
（三）海洋中的微生物……171
三、空气中的微生物……171
四、工农业产品中的微生物……173
五、正常人体及动、植物体上的微生物……174
第二节　微生物的生物环境……175
一、互生关系……175
二、共生关系……177
三、拮抗关系……178
四、寄生关系……179
（一）微生物间的寄生关系……179
（二）微生物在动、植物中的寄生现象……179
五、猎食关系……180
第三节　微生物在生物圈内物质循环中的作用……180
一、微生物在碳素循环中的作用……181
二、微生物在氮素循环中的作用……182
三、微生物在磷素循环中的作用……183
四、微生物在硫素循环中的作用……184
第四节　微生物与污水处理……185
一、水体的自净作用……185
二、微生物与污水处理……186
第八章　微生物的遗传和变异……189
第一节　微生物的遗传……189
一、遗传的物质基础……189
（一）转化实验……190
（二）噬菌体感染实验……191
（三）病毒的拆开和重建试验……191
二、DNA的结构和复制……192
（一）DNA的双螺旋结构模型……192
（二）曼塞尔逊和斯泰尔试验……192
三、原核微生物和真核微生物中的DNA……193
（一）原核微生物中的DNA……193
（二）真核微生物细胞中的DNA……193
四、基因的功能……194
（一）DNA和蛋白质……194
（二）操纵子模型……196
第二节　微生物的突变……196
一、微生物突变体的主要种类……196
（一）色素突变体……196
（二）无荚膜突变体……196
（三）营养突变体……196
（四）发酵突变体……197
（五）抗性突变体……197
二、微生物突变体的筛选……197
（一）青霉素浓缩法……197
（二）菌丝过滤法……197
（三）梯度培养皿法……197
三、抗性突变的变量试验和影印培养试验……198
（一）变量试验……198
（二）影印培养试验……198
四、突变是DNA分子中碱基对发生变化的结果……199
（一）点突变……200
（二）移码突变……204
（三）染色体畸变……204
五、突变率……205
第三节　细菌的基因重组……206
一、转化……206
二、接合……207
（一）接合及其发现……207
（二）F因子和接合……208
（三）其他种类的质粒……209
（四）细菌接合的普遍性……211
三、转导……212

（一）转导及其发现……212
（二）转导的种类……212
（三）转导的普遍性……213
（四）细菌基因转移方式比较……213
第四节　微生物遗传和变异知识的应用……214
一、诱变育种……214
（一）出发菌株的诱变处理……214
（二）突变体的筛选……216
二、遗传工程……216
（一）遗传工程及其重要意义……216
（二）遗传工程的主要步骤……216
（三）遗传工程的当前成就……218
第五节　菌种保藏……220
一、低温保藏法……220
二、隔绝空气保藏法……220
三、干燥保藏法……220
第九章　传染与免疫……222
第一节　传染与抗传染免疫……222
一、病原微生物怎样造成传染……222
（一）侵袭力……222
（二）毒素……223
二、机体怎样对抗传染……225
（一）先天免疫……225
（二）获得性免疫……230
三、传染和抗传染免疫的发生、发展与结局……232
第二节　抗原和机体的免疫反应……232
一、抗原……233
（一）抗原的性质……233
（二）天然抗原……235
二、免疫反应的组织学基础……236
（一）免疫器官……236
（二）免疫细胞……237
三、特异性免疫反应的形成……239
（一）特异性免疫反应的过程……239
（二）抗体与淋巴因子……239
第三节　变态反应……245
一、Ⅰ型变态反应……246
二、Ⅱ型变态反应……247
三、Ⅲ型变态反应……247
四、Ⅳ型变态反应……247
第四节　免疫学知识的应用……248
一、血清学反应……248
（一）凝集反应……248
（二）沉淀反应……249
（三）补体结合反应……250
（四）免疫荧光法……251
二、免疫学防治……252
（一）自动免疫……252
（二）被动免疫……253
第十章　细菌分类……256
第一节　细菌的分类单位和命名……256
一、细菌的分类单位……256
二、几个分类单位的概念……256
（一）种……256
（二）变种……257
（三）小种与亚种……257
（四）型……257
（五）菌株或品系……257
（六）群……258
三、细菌的命名……258
第二节　细菌分类的依据和方法……259
一、细菌分类的依据……259
（一）形态特征……259
（二）生理特性……259
（三）生化反应和酶……260
（四）血清学反应……260
（五）其他生物反应……260
二、细菌分类中的新方法……260
（一）核酸碱基组成……260
（二）核酸杂交法……261
（三）数值分类法……262
第三节　细菌的分类系统和分类位置……264
一、细菌的分类系统……264
二、细菌的分类位置……264
（一）细菌属于原核生物界……264

（二）细菌在原核生物界的位置……265
三、放线菌的归属及分类系统……265
（一）放线菌的归属……265
（二）放线菌的分类系统……265
第四节　《伯杰氏鉴定细菌学手册》第八版细菌分类检索表……266

绪　　论

第一节　微生物学的研究对象、任务和分科

一、微生物学的研究对象

微生物学是研究微生物的一门基础学科。微生物是指一大群个体体积微小（一般直径小于1毫米),结构简单，大多是单细胞，少数是多细胞，还有些没有细胞结构的低等生物。这些微小的生物必须借助光学显微镜甚至电子显微镜才能看清它们的形态结构。

细菌、放线菌、立克次氏体、衣原体、枝原体、病毒和真菌等属于微生物。单细胞藻类和原生动物虽然也属于微生物，但微生物学的主要研究对象是细菌。

对于生物的分类，过去人们曾把生物分成动物界和植物界，后来发现有些微生物近似植物，和植物关系密切；而有些微生物又近似动物，显然将它们归属于动物界或植物界都不洽当。于是便提出一些新的分类系统。1969年魏泰克（R.Whittaker）首先提出了五界系统，他将生物分为原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界五界。近年来我国学者提出无细胞结构的病毒应看作为一界。微生物在六界中占有四界，显示了微生物在自然界的重要地位。由此可见，微生物学的研究对象是十分广泛而丰富的。

二、微生物学的任务及分科

微生物学是研究微生物及其生命活动的科学，研究内容涉及微生物的形态结构、分类、生理、代谢、遗传变异及生态等方面。微生物具有多种特点，它的生命活动与人类生活有极密切的关系，微生物对工、农业生产、人类的生活环境和健康卫生有极大的影响。我们研究微生物及其生命活动的目的是为了开发微生物资源，充分利用微生物对人类生活有利的方面，控制其对人类生活有害的方面，使之为社会主义建设服务，造福人类。

微生物种类繁多，在自然界分布极广。高至12,000米的高空，深至10,000米的海底，以及江、河、湖、溪中都有微生物；土壤中具有微生物生活所需要的各种营养物质、水分和氧气，是微生物的主要栖息场所；就是在营养贫乏的岩石、矿山和干旱的沙漠中都能找到微生物的踪迹；动、植物的体表和体内也存在着微生物；甚至在高达90℃以上的温泉和终年积雪的高山上都有微生物生存。

微生物的个体体积虽然微小，但代谢类型多，代谢强度高。由于微生物具有极大的表面

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

积与体积的比值，所以能够迅速地和周围环境进行物质交换，加以其代谢强度又比动、植物都高，因此，微生物具有较大的合成和分解能力。微生物能引起食品、衣物等多种物质的霉腐变质，引起动、植物和人类的疾病，在历史上微生物曾多次给人类带来灾祸。但多数微生物是对人类有益的，例如它们能净化污水，固定氮素，生产人们所需要的丙酮、乙醇、醋酸、维生素、氨基酸和抗生素等发酵产品。

微生物的生长繁殖速度快，大肠杆菌在适合的条件下每20到30分钟能繁殖一代。按此速度计算，它在24小时内可以繁殖72代，生成$4,722\times10^9$万个细菌，培养4—5天所形成的大肠杆菌的重量将和地球相仿。微生物的这种特点是可以充分加以利用的。有人统计，一头500公斤重的牛每天增加的蛋白质为0.4公斤，而500公斤的酵母菌在24小时内至少可形成5,000公斤的蛋白质。因此人们可利用此特点来进行大量的单细胞饲料蛋白生产。

微生物容易变异。微生物繁殖后，其子代的形态、生理等性状往往有别于亲代，而新的特性也可以稳定地遗传下去，这就是变异。微生物的这种特性往往使工业上的生产菌种退化，但人们也可以利用这种特性将生产菌种改造成为生产上的优良菌种。例如青霉素等抗生素的生产在开始时仅能生产几十到几百单位/毫升，通过人工诱变现已培育出能生产每毫升含上万单位的优良菌种了。

随着社会经济发展的需要，人们不断加强对微生物的研究，由于研究任务的不同，已形成了许多微生物学的分支学科。例如着重研究微生物的基本理论的有普通微生物学、微生物分类学、微生物生理学、微生物生态学、微生物遗传学等；按研究对象的种类来划分，则有病毒学、细菌学、真菌学等；按微生物的生活环境可分为土壤微生物学、海洋微生物学等；按微生物学应用的方面不同，又可分为医学微生物学、食品微生物学、工业微生物学、农业微生物学、乳品微生物学、环保微生物学、兽医微生物学、石油微生物学等。

第二节　微生物学的发展简史

一、我国古代对微生物的利用

微生物学作为一门系统的学科，要比动、植物学的形成较晚，但人类对微生物的利用，却起源甚早。我国在利用微生物方面，更有着丰富的经验和悠久的历史。公元前3世纪，在《吕氏春秋》里就有“仪狄作酒禹饮而甘之”之说。在出土的公元前17世纪甲骨文中，有“酒”、“醴”（甜酒）的字样。公元前14世纪的《书经》上记载着“若作酒醴，尔惟曲蘖”，意思是如果要酿酒的话，就要将发芽的谷物发霉而做成曲种。我们的祖先在4千多年前虽不知微生物为何物，却已知利用微生物来酿酒、制醋和做酱了。通过生产实践，我们的祖先总结出不少培养微生物的经验。例如，在公元6世纪，后魏贾思勰所著的《齐民要术》一书中就详细记载了制曲和酿酒的技术。现在知道，醋、酱和酒的饼曲是保存微生物菌种的好办法。此外，《齐民要术》还记载了栽种豆科植物可以肥沃土壤，当时虽不知根瘤菌的存在，也不知

固氮作用，但已会利用根瘤菌积累氮肥。

在两千多年前，我国人民已初步认识到许多疾病具有传染性。公元前556年已知驱逐狂犬，以预防狂犬病。名医华佗（公元？—208）创麻醉术及剖腹外科，主张割去腐肉以防传染。这种医学思想在当时世界上居于领先的地位。宋真宗时代（公元968—1022），种人痘预防天花在我国已经比较普遍。后来相继传到俄国、日本、朝鲜，并于1717年经土耳其传到英国，继而传到欧洲及美洲各国。英国秦纳（E. Jenner）受到启示，在种人痘的基础上，发展用种牛痘预防天花。但发明种人痘是一切免疫方法的起源，是我国古代人民对世界医学的重大贡献。

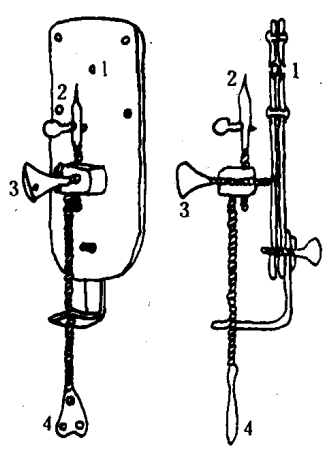
我们祖先在利用有益微生物和控制有害微生物方面，创造和积累了丰富的经验。

二、微生物的发现和微生物学的创立

（一）微生物的发现

荷兰人列文虎克（Antoni van Leeuwenhoek，1632—1723）生活于资本主义开始发展的时期。当时新兴工商业城市的出现，使航海贸易有了相当发展，促进了对光学和光学器械的研究。列文虎克对制造高倍扩大镜特别感兴趣，终于制成了能放大270—300倍的显微镜。这种显微镜装置简单，透镜前面有一根金属棒针，尖端可搁置标本，装有调节焦距的螺纹调节器（图绪-1）。

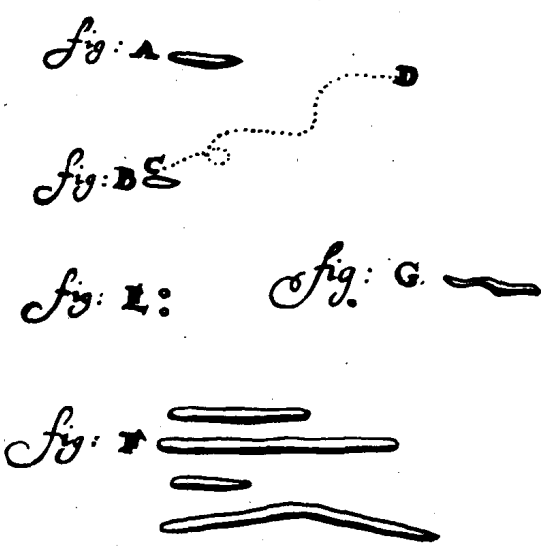
列文虎克在1676年，观察雨水、河水、污水、腐败肉汁等物质，在其中看到了球状、杆状和螺旋状的细菌以及原生动物等各种微小生物，并绘制成图。但限于当时的科学水平，对发现微生物的重要意义及对这些微小生物的本质的认识进展迟缓。直至大约一百年后，科学家们应用改良的显微镜，才详细观察了各种微生物，并对它们进行描述、分类和鉴定。这是微生物学的启蒙时代（图绪-2）。



图绪-1　列文虎克的显微镜

1. 透镜夹于两金属片之间；2. 固定标本的金属针
3.4. 调螺旋装置

（自Stanier）



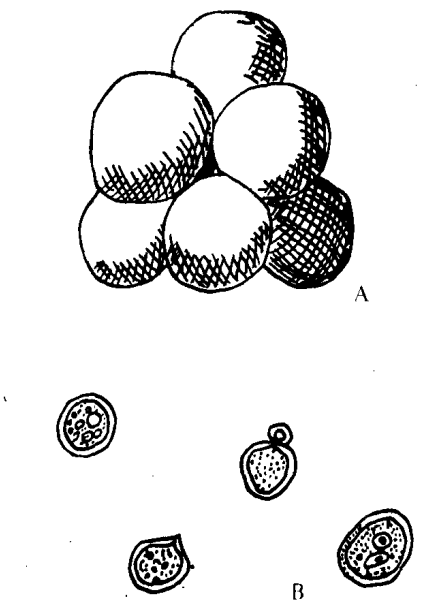
图绪-2　列文虎克的细菌图

A、C、F、G．杆状的；E．球状的

（自Nester）

（二）微生物学的创立

自发现微生物后，直到19世纪末，由于生产和科学技术的发展，才奠定了微生物科学的基础。杰出的奠基人是法国的巴斯德（Louis Pasteur，1822—1895）和德国的柯赫（Robert Koch，1843—1910）。



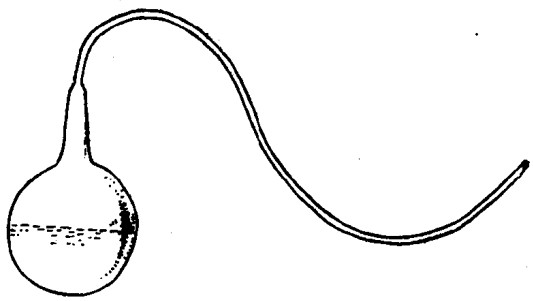
图绪-3 1694年列文虎克画的酵母菌图（A）；巴斯德在1860年画的酵母菌图，显示了出芽繁殖和生长（B）
（自Brock）

19世纪末，法国的酿酒和蚕丝业十分发达，但突然遇到了酒的变质和蚕的微粒子病的问题，严重威胁着法国的经济发展。巴斯德在研究以上问题时，经过一系列试验，证明由于酵母菌的存在，使糖溶液发酵成酒精，污染杂菌时就会使酒变质（图绪-3），后来知道这些杂菌是乳酸菌和醋酸菌。这一研究得出的结论是，发酵是由微生物引起的，并不是单纯的化学变化，不同种的微生物能引起不同类型的发酵。巴斯德的贡献是对微生物从形态转向生理的研究，为微生物学的进一步发展奠定了基础。

巴斯德在对蚕的微粒子病深入研究的同时还研究了鸡霍乱、牛和羊的炭疽病、人的狂犬病，发现传染病是由病原菌引起的。他还发明了用接种减毒的菌苗，来预防人和动物的疾病。巴斯德在医学方面的研究奠定了传染病微生物病原说的基础，同时发明制造疫苗的方法和预防接种，使免疫学发展成为一门独立的科学。

巴斯德的重要贡献，还在于否定了微生物自然发生说（spontaneous generation）。新鲜食品或溶液在空气中搁置久了，会腐败，并发现其中有细菌。这些微生物从何而来？当时有两种不同看法：一种认为微生物来自微生物种子，微生物种子是从空气中落到食品上、溶液中，从而长出微生物；另一种观点认为微生物来自食品和溶液中的无生命物质，是自然发生的。1854年有位学者做过一个试验，他将煮沸的溶液装入瓶子，并塞上无菌的棉塞，滤去空气中的尘埃和微生物，结果瓶内溶液中没有发生微生物。但自然发生说者没有信服，认为这是由于瓶内空气受到加热影响，而且经棉花过滤的空气也会失去“活力”，致使微生物不能发生。为此巴斯德设计了一个鹅颈瓶，现称巴斯德烧瓶，瓶上有一个弯曲的长管，与外界空气直接相通（图绪-4）。瓶内溶液加热至沸点，冷却后，空气可以重新进入。但因为有弯曲的长管，空气中的尘埃和微生物不能进入溶液，使之保持无菌状态。如瓶颈破裂，溶液中就有大量微生物出现。激烈的自然发生说的争论，由于巴斯德简单而出色的实验而告终。实验得出令人信服的结论：腐败物品上的微生物，来自空气中的种子。这个实验也导致巴斯德创造了有效的灭菌方法，并引入到微生物的研究中，推动了基础微生物学的发展。灭菌原理还应用于罐头等食品工业。

柯赫是一位德国医生。他的一系列工作，为疾病的病原说建立了牢固的基础。柯赫研究牛的炭疽病，这种病有时在人体内也会发生。他通过显微镜检查证明，患病动物的血液里都有一种细菌。把这种血液注射到健康的动物体内，后者也会生病导致死亡。取第二个有病动物的血液，注射到第三个动物体内，这样重复20次，所有注射含菌血液的动物，都发生特有的疾病症状，这证明细菌引起炭疽病。柯赫进一步把细菌放在体外营养液中培养，并转接多次，再接入动物体内，也能引起同样疾病的症状。根据这些实验，进一步明确疾病和病原菌之间的关系，提出了确定病原菌的严格准则，即现在称为的柯赫定理。柯赫定理可用来验证一种特殊类型的细菌引起一种特有的疾病。



图绪-4　巴斯德试验时所用的鹅颈瓶
（自Stanier）

柯赫定理：

1. 一种病原微生物必定存在于患病动物中。
2. 这一病原微生物必能从寄主分离到，并能得到纯培养物。
3. 分离到的纯培养物接种到敏感动物，必然出现特有的疾病症状。
4. 从人工接种的致病的动物体，必定能再分离出与原有相同的微生物，并能培养出纯培养物。

柯赫及其助手们，在研究某种微生物能引起特有病症过程中，要检定某种微生物，需要纯培养，为此创造了许多纯培养的方法，如发明琼脂固体培养基，以分离单个菌落，同时还发明染色观察方法等。这些都为微生物科学的发展提供了条件。

柯赫定理提出后的20年中，分离出各种致病微生物，促进了提出防治各种传染病的有效方法，推动了医学事业的发展。在巴斯德、柯赫等人工作的基础上，拜叶林克（M.Beijerinck）提出了自养微生物和土壤微生物的研究方法。伊凡诺夫斯基（Ивановский）发现了无细胞结构的病毒。

三、现代微生物学的发展

由于巴斯德、柯赫等学者的贡献，微生物学在19世纪末和20世纪初已牢固地建立起来了。其后，微生物学的主要发展有两个方面：一是研究传染病和免疫学，研究疾病的防治和化学治疗剂的功效。在此时期微生物学是和其他学科各自独立地向前发展的。而后，微生物学在发展中终于和生物化学相互结合起来了。由于并行地研究肌肉的酵解和酵母菌的酒精发酵，逐步地揭示了它们之间的基本相似之处，出人意料地使动物生理学家、微生物学家、生物化学家找到了共同的语言。几年后，由于分析动物和微生物的营养，弄清了另一个共同性的物

质——维生素，认识到动物所需要的维生素与细菌、酵母菌所需要的生长因素是相同的，揭示了维生素是合成许多辅酶的前体，它对细胞的代谢起着不可缺少的作用，从而显示出在代谢水平上所有生物的基本相似点，这就形成了微生物学家和生物化学家常说的“生化的统一性”的观点。1935年电子显微镜的发明，使微生物学发展进入了新阶段。

微生物学的另一发展方面是和遗传学的结合。1941年比德耳(G.Beadle)和塔图姆(E.Tatum) 从真菌链孢霉中分离出一系列的生化突变体，创造了一个在生化范围内分析突变结果的新方法，导致“一个基因一个酶”的理论的提出，并使链孢霉和果蝇一样被选择为遗传研究的材料。

1928年英国学者格里菲斯 (F.Griffith)在研究肺炎球菌感染小白鼠时发现了转化现象。直至1944年埃弗雷(O.Avery)等人在细菌转化工作中证明转化因子是脱氧核糖核酸(DNA)。在一定条件下转化也可以在试管中进行，由此发现了遗传物质的化学本质。

1953年华生 (J.Watson)和克里克 (F.Crick)提出了DNA分子的双螺旋结构模型和半保留复制的假设。埃弗雷对DNA的细菌学和生物化学的研究及华生和克里克对DNA的物理学和化学的研究，巩固了DNA是遗传物质的论点。上述研究工作及以后其他学者的工作导致了分子遗传学的建立。

1946年，莱德伯格 (J.Lederberg)和塔图姆通过精心设计研究细菌中是否有有性过程。他们利用营养缺陷型细菌发现了细菌中确有结合过程，这一过程是需要细胞对细胞的直接接触来完成的。由此进一步发现了F因子和Hfr菌株。

1952年，辛德 (N.Zinder)和莱德伯格一起进行鼠伤寒沙门氏菌的重组时发现了细菌的转导作用，转导过程不需要细胞的直接接触，转移基因的载体为噬菌体。

1952年和1961年 莫 诺 (J.Monod) 和雅各布 (F.Jacob)提出了操纵子学说。同年尼伦伯格 (M.Nirenberg)等通过对无细胞系统的转译作用的研究提出了遗传密码的理论，从而使遗传信息的转录、翻译和表达，都得到了阐明。

1963年，莫诺等又提出调节酶的变构理论，这就使分子生物学更快地成长起来。

以上仅简述细菌遗传学的发展概况，而微生物学的其他分支，如细菌生理学和代谢调控、病毒学、分类学、微生物工程学等都有迅速的发展。微生物学和生物化学可称为分子生物学的两个亲代，微生物学和生物化学的发展给分子生物学其中包括分子遗传学的建立作出了巨大的贡献。当今以生物大分子的结构和功能，特别是以核酸和蛋白质的结构和功能为基础来认识生命现象，已经成为现代生物学发展的主要方向，对生物学的各个领域的发展都产生了深远的影响。微生物学是现代生物学的带头学科之一，正处于生物学科的生长点部位。

第三节　微生物学今后的发展

目前，世界上出现了新技术革命的热潮，各先进工业国的目光都不同程度地集中到信息技术、新型材料、新的能源、海洋开发和生物工程等新技术的开发和应用上来。新的技术革命必将带来社会经济的新发展，带来社会变化的新动向，值得人们重视和认真研究。

在我国，生物工程学显然应当作为重点发展的学科，为今后国民经济的发展贡献力量。生物工程学并不是全新的学科，它是微生物工程学吸收了新发展起来的基因工程、细胞融合、固相菌等新技术发展起来的现代工程学。生物工程和发酵工程一样是应用活的生物体，在最适当的条件下，进行生产，以最少的原料，最短的时间，消耗最少的能源，生产最高质量的产品。

基因工程在生物工程中具有重要的作用，因为种是最重要的。人们可以通过基因工程这个实验技术在DNA的分子水平上动手术，将一种细胞的结构基因转到另一种细胞中去，而使之具有新的遗传性状，产生大量的新产品。1978年美国合成了胰岛素的基因，并于1982年生产出商品胰岛素。据信人体肝炎疫苗、口蹄疫疫苗、干扰素、尿激酶也将通过基因工程很快生产出来。基因工程的成功，为生物工程的产品开辟了新的途径，今后将有许多动、植物产品由微生物大量生产。

基因工程、细胞融合、常规育种和菌种分离等技术一定要和微生物生理学、生物化学、生物工程学、自动化工程学等结合才能表现出应有的作用，所以生物工程学是多科性协同作用的学科。生物工程学的领域是广阔的，按其产品和用途，可将生物工程分为：抗生素、甾体、氨基酸、有机酸、酶制剂、单细胞蛋白、酿酒、采油、冶金、沼气、农药、菌肥、环保、食用菌等。

我国在抗生素、氨基酸、有机酸、酿酒、酶制剂、食用菌、农药、菌肥的研究和生产方面已有相当的基础，特别是抗生素的产量，在全世界名列前茅。我国的微生物资源丰富，今后只要在菌种筛选、良种培育、工艺改革方面进一步努力，就会使产品的品种增加，单位产量提高，从而使产品的生产达到国际先进水平。在沼气发酵方面，我国农村中的沼气池的数量已占世界首位，但是可用于发生沼气的秸秆、粪便的利用率还不足1%，所以沼气发酵的应用目前尚处于萌芽阶段，前景是广阔的。在单细胞蛋白的生产，细菌冶金、细菌采油、环保等方面，我国正在大量地开展研究工作，部分研究成果已在生产上试用。

当前我国已进入一个新的历史发展时期，摆在全国人民面前的建设社会主义祖国的伟大任务是光荣而艰巨的。我们相信，勤劳勇敢的中国人民，一定会在振兴中华的精神鼓舞下发展微生物学的先进理论和技术，逐步地赶上并超过世界先进水平，为祖国建设作出新贡献。

回顾微生物学的发展历史是如此辉煌，而展望未来，微生物学的发展将会比过去更加辉煌和激动人心。

参 考 书

1. 武汉大学、复旦大学生物系微生物学教研室编：微生物学，人民教育出版社，1979.
2. Brock, T.D.: Biology of Microorganisms, 3rd ed. 1979.
3. Kruif, P.D.: Microbe Hunters, 1953.
4. Nester, E.: Microbiology, 1973.
5. Stanier, R.Y., Aderberg, E.A. and Ingraham, J.L.: The Microbial World, 4th ed., 1976.

（陆文娟　杨颐康）

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com