



福建省高职高专农林牧渔大类十二五规划教材

微生物学基础与实验技术

主 编 © 范 俐



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位



任 李宝银(福建林业职业技术学院院长)

福建省高职高专农林牧渔大类十二五规划教材

黄 瑞(厦门海洋职业技术学院副院长)

微生物学基础与实验技术

黄亚惠(闽北职业技术学院院长)

邹珺琼(武夷山职业学院董事长)

邓元德(闽西职业技术学院资源工程系主任)

主 编 ◎ 范 俐

副主编 ◎ 雷娟娟 钱叶会

参编者 ◎ 周 星 黄 妍



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

微生物学基础与实验技术/范俐主编. —厦门:厦门大学出版社, 2012.8
福建省高职高专农林牧渔大类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5615-4304-7

I. ①微… II. ①范… III. ①微生物学—应用—高等职业教育—教材 IV. ①Q939.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 103756 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup@xmupress.com

三明日报社印刷厂印刷

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.75 插页:2

字数:408 千字 印数:1~2 000 册

定价:32.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

福建省高职高专农林牧渔大类十二五规划教材 编写委员会

主 任 李宝银(福建林业职业技术学院院长)

副主任 范超峰(福建农业职业技术学院副院长)

黄 瑞(厦门海洋职业技术学院副院长)

委 员

黄亚惠(闽北职业技术学院院长)

邹琍琰(武夷山职业学院董事长)

邓元德(闽西职业技术学院资源工程系主任)

郭剑雄(宁德职业技术学院农业科学系主任)

林晓红(漳州城市职业技术学院生物与环境工程系主任)

邱 冈(福州黎明职业技术学院教务处副处长)

宋文艳(厦门大学出版社总编)

张晓萍(福州国家森林公园教授级高级工程师)

廖建国(福建林业职业技术学院资源环境系主任)

前 言

本书是福建省高职高专农林牧渔大类十二五规划教材,以高端技能型专门人才的培养目标为出发点,以“实用、够用”为宗旨,突出基础性、针对性与创新性。本书系统介绍了微生物的基础知识与基本技术。基础知识模块力求图文并茂,通俗易懂,主要介绍微生物的概述、微生物的主要类群、微生物的营养与生长、微生物的代谢、微生物的遗传变异与育种等;实训操作模块与基础知识相对应,突出典型性和可操作性,主要有显微镜操作与观察技术、微生物消杀技术与分离培养技术、细菌生化鉴定技术、常见的微生物应用技术等内容。

本书由闽北职业技术学院范俐副教授担任主编并统稿,福建林业职业技术学院钱叶会、福建卫生职业技术学院雷娟娟、闽北职业技术学院周星、黄妍参与编写。具体分工为第1章、第6章、第7章、第8章、第9章、附录由范俐编写;第2章由周星编写;第3章由黄妍编写;第4章由雷娟娟编写;第5章由钱叶会编写。

本书可作为高职高专生物技术及应用专业、食品营养与检测专业以及农林牧渔相关专业的教材,也可用于相关职业培训。

由于编者水平有限,加之时间仓促,疏漏和不足之处在所难免,敬请同行专家和广大读者批评指正。

编 者

2012年5月

第1章 绪论	1
1.1 微生物的概述	1
1.1.1 微生物的定义	1
1.1.2 微生物的分布	2
1.1.3 微生物在环境领域的应用	2
1.2 微生物的主要类群	3
1.2.1 细菌	3
1.2.1.1 细菌的细胞形态和大小	3
1.2.1.2 细菌的细胞结构	4
1.2.1.3 细菌的繁殖方式和培养特征	5
1.2.1.4 细菌的分类	5
1.2.2 放线菌	6
1.2.2.1 放线菌的概述	6
1.2.2.2 放线菌的形态构造	6
1.2.2.3 放线菌的繁殖	7
1.2.2.4 放线菌的菌落特征	7
1.2.2.5 放线菌的主要属	8
1.2.3 其他原核生物	8
1.2.3.1 蓝细菌	8

目 录

第1章 微生物概述	1
1.1 微生物的特点	1
1.1.1 体积最小,比面积最大	1
1.1.2 种类最多,数量最多,分布最广	1
1.1.3 代谢能力最强,繁殖最快	2
1.1.4 适应最强,变异最易	2
1.2 微生物学的发展简史	3
1.2.1 微生物学的初创期	3
1.2.2 微生物学的奠基期	4
1.2.3 微生物学的发展期	6
1.2.4 微生物学的成熟期	7
1.3 人类对微生物的控制与应用	9
1.3.1 微生物在医药卫生上的应用	9
1.3.2 微生物在食品工业上的应用	9
1.3.3 在农业上的应用	11
1.3.4 在冶金、化工领域的应用	11
1.3.5 在环境领域的应用	11
本章小结	12
思考题	12
第2章 微生物的主要类群	13
2.1 细菌	13
2.1.1 细菌的细胞形态和大小	13
2.1.2 细菌的细胞结构	18
2.1.3 细菌的繁殖方式和培养特征	27
2.1.4 细菌的分类	30
2.2 放线菌	31
2.2.1 放线菌的概述	31
2.2.2 放线菌的形态构造	32
2.2.3 放线菌的繁殖	33
2.2.4 放线菌的菌落特征	34
2.2.5 放线菌的主要属	35
2.3 其他原核生物	36
2.3.1 蓝细菌	36



2.3.2 立克次氏体	36
2.3.3 衣原体	37
2.3.4 支原体	38
2.3.5 蛭弧菌	38
2.3.6 黏细菌	39
2.3.7 古细菌	40
2.4 酵母菌	40
2.4.1 酵母菌概述	40
2.4.2 酵母菌的形态	41
2.4.3 酵母菌的细胞结构	41
2.4.4 繁殖方式和生活史	46
2.4.5 酵母菌的菌落特征	48
2.4.6 发酵工业中常用的酵母菌	48
2.5 霉菌	52
2.5.1 霉菌的概述	52
2.5.2 细胞的形态和结构	53
2.5.3 霉菌的繁殖	55
2.5.4 霉菌的菌落特征	60
2.5.5 霉菌代表属和发酵工业中常用菌种	61
2.6 病毒	63
2.6.1 病毒概述	63
2.6.2 病毒的形态结构和化学组成	63
2.6.3 病毒的主要类群	65
2.6.4 噬菌体	66
本章小结	71
思考题	73
第3章 显微技术	74
3.1 普通光学显微镜的使用	74
3.1.1 目的要求	74
3.1.2 实验材料	74
3.1.3 原理	74
3.1.4 实验程序	80
3.1.5 注意事项	82
3.2 其他显微镜的介绍	84
3.2.1 几种特殊光学显微镜	84
3.2.2 电子显微镜	87
3.3 微生物计数及测微技术	90
3.3.1 目的要求	90
3.3.2 实验材料	91



3.3.3 原理	91
3.3.4 实验程序	93
3.3.5 注意事项	94
3.3.6 结果记录	94
3.4 细菌的简单染色法和革兰氏染色法	95
3.4.1 目的要求	95
3.4.2 实验材料	95
3.4.3 原理	95
3.4.4 实验程序	96
3.4.5 注意事项	96
3.4.6 结果记录	97
3.5 酵母菌形态观察及死活细胞的染色鉴别	99
3.5.1 目的要求	99
3.5.2 实验材料	99
3.5.3 原理	99
3.5.4 实验程序	100
3.5.5 结果记录	100
3.6 霉菌、放线菌形态观察	100
3.6.1 目的要求	100
3.6.2 实验材料	100
3.6.3 原理	101
3.6.4 实验程序	101
3.6.5 注意事项	102
3.6.6 结果记录	103
本章小结	103
思考题	103
第4章 微生物的营养与生长	104
4.1 微生物的营养	104
4.1.1 微生物细胞的化学组成	104
4.1.2 微生物的营养要素	105
4.1.3 微生物的营养类型	108
4.1.4 微生物营养物质的运输	109
4.2 培养基种类与制备	111
4.2.1 培养基的种类及应用	111
4.2.2 培养基的制备原则	112
4.2.3 培养基的制备方法	114
4.3 微生物的生长	115
4.3.1 微生物生长的概念	115
4.3.2 微生物群体生长的测定	115



4.3.3 微生物群体生长规律	116
4.3.4 微生物生长规律对工业生产的指导意义	118
4.4 环境对微生物生长的影响	118
4.4.1 营养物质	119
4.4.2 温度	119
4.4.3 pH 值	119
4.4.4 氧气	120
4.5 消毒与灭菌	121
4.5.1 消毒与灭菌的基本概念	122
4.5.2 常用的灭菌方法	122
4.5.3 常用的消毒方法	125
4.5.4 影响消毒与灭菌的因素	126
本章小结	127
思考题	128
第5章 微生物消杀技术与分离培养	129
5.1 常用玻璃器皿的清洗、包扎与灭菌	129
5.1.1 目的要求	129
5.1.2 实验材料	129
5.1.3 原理	129
5.1.4 实验程序	130
5.1.5 注意事项	133
5.1.6 结果记录	134
5.2 紫外线灭菌	134
5.2.1 目的要求	134
5.2.2 实验材料	134
5.2.3 原理	134
5.2.4 实验程序	135
5.2.5 注意事项	135
5.2.6 结果记录	135
5.3 化学药剂消毒灭菌	135
5.3.1 目的要求	135
5.3.2 实验材料	135
5.3.3 原理	135
5.3.4 实验程序	136
5.3.5 注意事项	136
5.3.6 结果记录	136
5.4 培养基的制备	137
5.4.1 目的要求	137
5.4.2 实验材料	137



5.4.3 原理	137
5.4.4 实验程序	139
5.4.5 注意事项	140
5.4.6 结果记录	140
5.5 无菌操作技术	140
5.5.1 目的要求	140
5.5.2 实验材料	141
5.5.3 原理	141
5.5.4 实验程序	142
5.5.5 注意事项	143
5.6 微生物接种和分离纯化技术	143
5.6.1 目的要求	143
5.6.2 实验材料	143
5.6.3 原理	144
5.6.4 实验程序	147
5.6.5 注意事项	150
本章小结	150
思考题	150
第 6 章 微生物的代谢	152
6.1 代谢概述	152
6.2 微生物的能量代谢	153
6.2.1 光合磷酸化	154
6.2.2 氧化磷酸化	154
6.2.3 底物磷酸化与发酵	155
6.3 微生物的物质代谢	157
6.3.1 微生物的分解代谢	157
6.3.2 微生物的合成代谢	160
6.4 微生物代谢的调节	164
6.4.1 微生物的代谢调节	164
6.4.2 代谢调节在发酵工业的应用	164
本章小结	165
思考题	166
第 7 章 细菌生化鉴定技术	167
7.1 糖(醇)类代谢试验	167
7.1.1 糖(醇)酵解试验	167
7.1.2 氧化-发酵试验(O-F 试验)	168
7.1.3 V-P 试验(又称乙酰甲基甲醇试验或二乙酰试验)	173
7.1.4 甲基红试验(MR 试验)	173
7.1.5 β -半乳糖苷酶试验(ONPG 试验)	174



7.1.6 七叶苷水解试验	175
7.1.7 淀粉水解试验	175
7.1.8 石蕊牛乳试验	176
7.2 氨基酸和蛋白质代谢试验	176
7.2.1 脲基质试验(又称吲哚试验)	176
7.2.2 硫化氢试验	177
7.2.3 尿素酶试验	178
7.2.4 明胶液化试验	178
7.2.5 苯丙氨酸脱氨酶试验	179
7.2.6 氨基酸脱羧酶试验	179
7.3 有机酸盐和胺盐利用试验	180
7.3.1 柠檬酸盐利用试验	180
7.3.2 丙二酸盐利用试验	180
7.3.3 马尿酸钠水解试验——三氯化铁法	181
7.3.4 醋酸盐利用试验	181
7.4 呼吸酶类试验	181
7.4.1 过氧化氢酶试验(又称触酶试验)	181
7.4.2 氧化酶试验	182
7.4.3 硝酸盐还原试验(又称 Griess 试验)	183
7.4.4 氯化三苯四氮唑(TTC)试验	183
7.5 毒性酶类试验	184
7.5.1 血浆凝固酶试验	184
7.5.2 磷酸酶试验	185
7.5.3 链激酶试验	186
7.5.4 卵磷脂酶试验	186
7.5.5 DNA 酶试验	187
7.5.6 氰化钾试验	187
7.6 其他试验	188
7.6.1 CAMP 试验	188
7.6.2 杆菌肽抑菌试验	188
7.6.3 新生霉素抑菌试验	189
7.6.4 克氏双糖铁或三糖铁琼脂培养基试验	189
7.6.5 硫化氢-脲基质-动力(SIM)琼脂试验	190
本章小结	192
思考题	192
第8章 微生物的遗传变异与菌种选育	193
8.1 遗传物质基础	193
8.1.1 DNA 与基因	193
8.1.2 RNA 与遗传密码	198



8.1.3 遗传因子	200
8.2 微生物的突变	202
8.2.1 突变及突变型	202
8.2.2 突变的分子基础	203
8.2.3 诱发突变与诱变剂	204
8.3 微生物的基因重组	207
8.3.1 原核生物的基因重组	207
8.3.2 真核生物的基因重组	209
8.4 微生物的菌种选育	210
8.4.1 自然界工业菌种筛选程序	210
8.4.2 微生物的诱变育种	212
8.4.3 微生物的杂交育种	213
8.4.4 原生质体育种	215
8.4.5 基因工程技术用于工业菌种改良	216
8.5 微生物菌种保藏及复壮	216
8.5.1 微生物菌种保藏方法	216
8.5.2 菌种的退化与复壮	219
本章小结	221
思考题	222
第9章 常见的微生物应用技术	223
9.1 酸奶的酿造	223
9.1.1 目的要求	223
9.1.2 实验材料	223
9.1.3 基本原理	223
9.1.4 实验程序	224
9.1.5 注意事项	224
9.1.6 结果记录	224
9.2 发酵乳制品生产菌种的复壮技术	225
9.2.1 目的要求	225
9.2.2 实验材料	225
9.2.3 基本原理	225
9.2.4 实验程序	225
9.2.5 结果记录	226
9.3 泡菜制作及乳酸菌的分离与初步鉴定	226
9.3.1 目的要求	226
9.3.2 实验材料	226
9.3.3 基本原理	227
9.3.4 实验程序	227
9.3.5 注意事项	228



9.3.6 结果记录	228
9.4 馒头的制作	228
9.4.1 目的要求	228
9.4.2 实验材料	228
9.4.3 基本原理	228
9.4.4 实验程序	229
9.4.5 注意事项	230
9.4.6 结果记录	230
9.5 毛霉分离与豆腐乳制作技术	230
9.5.1 目的要求	230
9.5.2 实验材料	230
9.5.3 基本原理	231
9.5.4 实验程序	231
9.5.5 结果记录	232
9.6 甜酒曲中根霉分离与糯米甜酒制作技术	232
9.6.1 目的要求	232
9.6.2 实验材料	232
9.6.3 基本原理	233
9.6.4 实验程序	233
9.6.5 结果记录	234
本章小结	234
思考题	235
附录 I 常用培养基的配制	236
附录 II 常用染色液的配制	248
附录 III 常用消毒剂的配制	250
附录 IV 微生物学实验常用试剂的配制	251
附录 V 洗涤液的种类和配制方法	252
主要参考文献	253



第1章

微生物概述

微生物是我们地球上非常重要的一类生命有机体,它无处不在,无孔不入,种类繁多,数量惊人,在一茶匙肥沃的土壤中就生活有数十亿个细菌、数亿个霉菌、成千上万的藻类和原生动物等。如果没有它,有机体无法分解,土壤贫瘠无法耕种。它与人们生活息息相关,发酵、腐烂、瘟疫、传染病、艾滋病等皆源自它,面包、乳酪、啤酒、抗生素、维生素、疫苗、酶等生产也离不开它。现在微生物已经被广泛应用到农业、工业、医学、食品、化工、冶金、能源、环境等各个领域,对社会经济发展起着十分重要的作用。

本章主要介绍微生物的特点、微生物学发展和微生物应用等基础知识。

1.1 微生物的特点

所谓微生物是指一切肉眼看不见或看不清的微小生物的总称。它们个体微小(一般 $<0.1\text{ mm}$),结构简单,必须借助于显微镜才能看清楚外形的一群微小生物,主要有细菌、放线菌、酵母菌、霉菌、病毒、显微藻类和原生动物等。微生物与其他动植物相比,具有以下的特点。

1.1.1 体积最小,比面积最大

微生物个体十分微小,一般用微米(μm)、纳米(nm)为计量单位($1\text{ mm}=10^3\text{ }\mu\text{m}=10^6\text{ nm}$),病毒大小近似值为 $0.01\sim0.25\text{ }\mu\text{m}$,细菌大小近似值为 $0.1\sim10\text{ }\mu\text{m}$,真菌约为细菌大小的10倍。微生物质量轻,每个细菌的重量只有 $1\times10^{-10}\sim1\times10^{-9}\text{ mg}$,与全国13亿人口数量相当的细菌重量约为1 mg。

微生物体积小、质量轻,但是比表面积(比表面积=表面积/体积)很大,例如乳酸杆菌比表面积为12 000,是豌豆2 000倍、是鸡蛋8 000倍。比表面积越大,与环境的物质、能量和信息的交换面积就越大,因此微生物在吸收营养物质、代谢速率和生长繁殖等方面比其他生物要快得多。

1.1.2 种类最多,数量最多,分布最广

荷兰列文·虎克说:“在一个人牙垢中生活的动物(指微生物)的数量比地球上所有的人



还多。”微生物是十分庞杂的生物类群,很可能是地球上物种最多的一类,目前已知的真菌约12万种,病毒约3 600种,细菌约2 000种,有人估计目前已知的微生物物种只占地球上实际存在的微生物总数20%。美国马萨诸塞州海洋生物实验室主管米切尔·索金博士认为,目前约5 000种海洋微生物获得官方命名和描述,但事实上生活在海洋里的细菌种类高达500万~1 000万。这也就意味着,如果一名游泳者不小心吞下了一口海水,同时也会吞下1 000种微生物。微生物资源极其丰富,但在人类生产和生活中仅开发利用了已发现微生物种数1%。微生物种类多,还体现在营养类型多样性、代谢产物多样性、遗传基因多样性和生态类型多样性上。

微生物分布十分广泛,在地球上几乎无处不有,无孔不入。从人和动植物的表皮到开放管腔内部,都生活着大量的微生物,如一双普通的手上带有细菌4万到40万个,即使是一双刚刚用清水洗过的手,上面也有近300个细菌。人体的肠道中始终寄居着100~400种正常菌群,总数量可达100万亿之多。在高等生物不能生存的地方,也有微生物存在,如85 km的高空、11 km深的海底、2 km深的地层,还有冰川、沙漠、极地、火山、温泉、高辐射区等都有微生物存在。

1.1.3 代谢能力最强,繁殖最快

微生物的代谢强度比高等生物大千倍,甚至几万倍,能快速产生大量的代谢产物。如发酵乳糖的细菌在1 h内就可以分解相当于其自身重量1 000~10 000倍的乳糖,产生乳酸;1 kg酵母菌体,在一天内可发酵几千公斤的糖,生成酒精。通过基因工程与发酵工程,9 L细菌发酵液可提取5 mg的生长激素释放因子,相当于50万头的绵羊脑提取量;1 L细菌发酵液可产生600 μg 人白细胞干扰素,相当于1 200 L人血中含量;200 L细菌发酵液可产生10 g胰岛素,相当450 kg猪胰脏提取量。

微生物繁殖速度快,生产味精的谷氨酸短杆菌,其摇瓶种子接种发酵罐后,52 h内细菌数目可增加32亿倍;大肠杆菌在最适的生长条件下,每12.5~20 min细胞就能分裂1次。若按平均20 min分裂1次计,则1 h可分裂3次,24 h可分裂72次,这时,原初的1个细菌可繁殖4 722 366 500万亿个后代,总重量约达4 722 t。实际上,由于客观条件的限制以及自我反馈抑制,指数分裂期只能维持几个小时,到达高峰期后,就走向衰退期,细菌细胞的浓度一般为 $10^8 \sim 10^9$ 个/mL。

微生物繁殖快,对人类来说,有利也有弊,有利方面是生产效率高,发酵周期短,如酵母发酵,每罐仅用12 h,一天就可收获1~2次,一年达到数百次之多。有害方面是病原微生物与霉腐微生物,对人、畜和农作物等造成极大的损失,如迅速蔓延的传染病、食物腐败造成食物中毒等。

1.1.4 适应最强,变异最易

微生物适应性强,适应各种多变的、极端的环境,有营自由生活、寄生生活、腐生生活等多种生活方式,也产生许多灵活的代谢调控机制和许许多多不同变异类型。生物的突变频率一般为 $10^{-5} \sim 10^{-10}$,但是微生物繁殖快,群落数量极大,在短时间内可出现许多变异的后代。即使变异频率十分低,每1 mL菌液有 $10^8 \sim 10^9$ 个体,其中就有1~10个变异个体,数小时后,变异个体可迅速繁殖出新群落来,细菌耐药性便是一个典型例子,各种致病菌的耐



药性变异使原本已得到控制的相应传染病变得无药可治。

根据此特性,可进行人工选育菌种,提高产品的产量与质量。如青霉素,1928年弗莱明发现时,每毫升培养液只有10个单位,售价昂贵,一般人根本用不起。后来,从它的天然突变菌株中选育一个菌株,产量提高到250个单位。从1944年开始,人们开始用紫外线,氮芥子气等方法人工诱变菌株,得到产量达3 000单位的突变体。前苏联学者用乙烯亚胺和紫外线交替处理菌株,把产量提高到5 000单位。按目前世界上先进的发酵水平,每毫升培养液已超过5万单位,甚至接近10万单位。青霉素价格也降低几百倍,成为最便宜的抗生素。

1.2 微生物学的发展简史

微生物学是一门在细胞、分子或群体水平上研究微生物的生命活动基本规律及其应用的一门科学。包括形态结构、生理代谢、遗传变异、生态分布和分类进化等生命活动基本规律,其根本任务是发掘、利用、改善和保护有益微生物,控制、消灭或改造有害微生物,为人类社会的进步服务。从1676年荷兰列文虎克用自制显微镜首次发现微生物为起点,微生物学发展至2012年有336年历史(表1-1)。

表 1-1 微生物学发展简史

分期	初创期	奠基期	发展期	成熟期
时间/年	1676—1861	1861—1897	1897—1953	1953—至今
实质	形态描述阶段	生理水平阶段	生化水平阶段	分子生物学阶段
开创者	列文·虎克	巴斯德、科赫	布赫纳	克里克、沃森

1.2.1 微生物学的初创期

微生物学的开山鼻祖是荷兰列文·虎克(Antonie van Leeuwenhoek, 1632—1723),他最大贡献是用自制的显微镜发现了微小生物,首次揭示了一个崭新的微生物世界,并对一些微生物进行形态描述(图1-1)。

【案例导读】

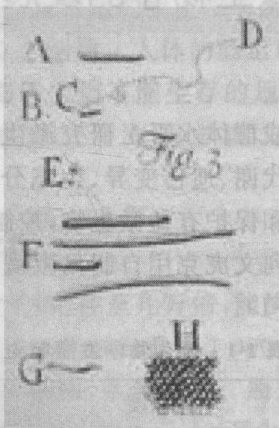
列文·虎克于1632年出生于荷兰的德尔夫特市,从没接受过正规的科学训练。但他是一个对新奇事物充满强烈兴趣的人。一次,他从朋友那里听说荷兰最大的城市阿姆斯特丹的眼镜店可以磨制放大镜,用放大镜可以把肉眼看不清的东西看得很清楚。他对这个神奇的放大镜充满了好奇心,但又因为价格太高而买不起。从此,他经常出入眼镜店,认真观察磨制镜片的工作,暗暗地学习着磨制镜片的技术。功夫不负苦心人,1665年,列文·虎克终于制成了一块直径只有0.3厘米的小透镜,并做了一个架子,把这块小透镜镶在架上,又在



透镜下边装了一块铜板,上面钻了一个小孔,使光线从这里射进而反射出所观察的东西。这样,列文·虎克的第一台显微镜成功了。由于他有着磨制高倍镜片的精湛技术,他制成的显微镜的放大倍数,超过了当时世界上已有的任何显微镜。列文·虎克并没有就此止步,他继续下工夫改进显微镜,进一步提高其性能,以便更好地去观察了解神秘的微观世界。为此,他辞退了工作,专心致志地研制显微镜。几年后,他终于制出了能把物体放大 300 倍的显微镜。1675 年的一个雨天,列文·虎克从院子里舀了一杯雨水用显微镜观察。他发现水滴中有许多奇形怪状的小生物在蠕动,而且数量惊人。在一滴雨水中,这些小生物要比当时全荷兰的人数还多出许多倍。以后,列文·虎克又用显微镜发现了红血球和酵母菌。这样,他就成为世界上第一个微生物世界的发现者,被吸收为英国皇家学会的会员。



a



b



c

a. 列文·虎克手执显微镜 b. 列文·虎克绘制的来自人口腔中的细菌 c. 列文·虎克单式显微镜

图 1-1 列文·虎克和他的显微镜。

1.2.2 微生物学的奠基期

法国的巴斯德和德国的柯赫对微生物学的发展做出了极大的贡献,是举世公认的微生物学奠基人。

1. 巴斯德(Louis Pasteur, 1821—1895)

巴斯德(图 1-2)用一生的精力证明了三个科学问题:(1)发酵的本质是什么。巴斯德认为发酵是由微生物引起的,而不是纯粹的化学变化过程。他发现让啤酒变酸原因是乳酸杆菌在营养丰富的啤酒里生长繁殖的结果,为了杀死乳酸杆菌,而又不把啤酒煮坏,他把封闭的酒瓶放在铁丝篮子里,泡在水里加热到不同的温度,经过反复多次的试验,他发现用 65°C 加热 30 min 或用 72°C 加热 15 min,随后迅速冷却到 10°C 以下,这样既不破坏营养成分,又能杀死细菌的营养体,巴斯德发明的这种方法便是著名的“巴氏消毒法”,它解决了酒变酸的问题,拯救了法国的酿酒业。巴斯德坚信食物腐败不是自然发生的,而是由空气中微生物引起,他用著名的曲颈瓶(图 1-3)试验彻底否定了“自然发生”学说。(2)疾病的病菌说。巴斯德认为每一种传染病都是由微生物引起的。1865—1870 年,巴斯德把全部的精力都集中到家蚕软化病的研究上,发现蚕病是由两种病原微生物引起的,提出了合理可行的防治措施,从而使法国的丝绸工业摆脱了困境。而后,他又专心研究了动物的炭疽病,成功地从炭疽病