



教育部高职高专规划教材

微生物基础

▶ 于淑萍 主编
王艳萍 主审



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

微生物基础

于淑萍 主编

王艳萍 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

微生物基础/于淑萍主编. —北京: 化学工业出版社,
2005. 5

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-6577-9

I. 微… II. 于… III. 微生物学-高等学校: 技术
学院-教材 IV. Q93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 046028 号

教育部高职高专规划教材

微生物基础

于淑萍 主编

王艳萍 主审

责任编辑: 于 卉 张双进

文字编辑: 焦欣渝

责任校对: 蒋江堤

封面设计: 于 兵

化学工业出版社
教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64982530

[http:// www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 字数 370 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6577-9/G · 1703

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

本教材是在全国化工高职教学指导委员会制药专业委员会的指导下,根据教育部有关高职高专教材建设的文件精神,以高职高专制药技术类专业学生的培养目标为依据编写的。教材在编写过程中广泛征求了制药企业专家的意见,具有较强的实用性。

教材在编写过程中,本着“够用为度”的原则,选题恰当,层次清晰,内容安排合理,力争做到实用、规范、新颖,突出高职教育以能力为本的教育特点。

本书分两篇共十三章,第一篇是微生物基础理论,包括微生物各论、营养、代谢、生长、遗传变异、传染免疫和微生物的生态,共十章。第二篇是微生物实验,涵盖纯培养技术、形态观察及微生物测定、基础及应用实验三章内容。其中第一、三、十一、十二章由天津渤海职业技术学院于淑萍编写;第五、六、十三章由承德石油高等专科学校谢辉编写;第二、九章由河北化工医药职业技术学院孙祎敏编写;第四、七章由四川化工职业技术学院徐丽萍编写;第八、十章由常州工程职业技术学院赵雷编写。全书由于淑萍统稿。

全书由天津科技大学王艳萍教授担任主审,提出许多宝贵的建议。编写人员又于2005年1月在石家庄对初稿进行了进一步审阅,根据审稿意见再次作了修改。由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请专家、读者批评指正。

本书在编写过程中得到了全国高职高专制药技术类教学指导委员会、河北化工医药职业技术学院、天津渤海职业技术学院等单位领导的大力支持,在此表示衷心的感谢。

编者

2005年3月

目 录

第一篇 微生物基础

第一章 绪论	3
一、微生物	3
二、微生物学发展概况	3
三、生物的分类和命名	6
四、微生物的特点	7
复习思考题	7
第二章 原核微生物	8
第一节 细菌	8
一、细菌的形态与大小	8
二、细菌细胞的结构与功能	10
三、细菌染色法	17
四、细菌的繁殖	18
五、细菌的培养特征	18
第二节 放线菌	19
一、放线菌的形态	19
二、放线菌的繁殖	21
三、放线菌的群体特征	21
四、放线菌的代表属	22
第三节 蓝细菌	23
第四节 其他原核微生物	24
一、支原体	24
二、衣原体	25
三、立克次体	25
复习思考题	27
第三章 真核微生物	28
第一节 酵母菌	30
一、酵母菌的形态结构	30
二、酵母菌的繁殖方式和生活史	31
三、酵母菌的菌落	33
四、重要的酵母菌	33
第二节 丝状真菌——霉菌	34
一、霉菌的形态结构	34
二、霉菌的菌落特征	34

三、霉菌的繁殖方式	35
四、重要的霉菌	36
第三节 真菌与人类的关系	37
一、病原性真菌	37
二、真菌毒素	37
复习思考题	38
第四章 病毒	40
第一节 病毒的形态结构及化学组成	40
一、病毒的大小与形态	40
二、病毒的结构	41
三、病毒的化学组成	44
第二节 病毒的繁殖方式	45
一、病毒的复制过程	45
二、噬菌体	47
第三节 病毒感染	48
一、病毒感染的途径与类型	48
二、病毒的干扰现象与干扰素	49
三、机体的抗病毒免疫	50
第四节 亚病毒	51
一、类病毒	51
二、拟病毒	51
三、朊病毒	52
复习思考题	53
第五章 微生物的营养	54
第一节 微生物的营养要求	54
一、微生物细胞的化学组成	54
二、营养要素及其生理功能	55
三、微生物的营养类型	58
第二节 营养物质进入细胞的方式	59
一、单纯扩散	60
二、促进扩散	60
三、主动运输	61
四、膜泡运输	63
第三节 培养基	63
一、配制培养基的原则	63
二、培养基的类型及应用	65
三、常用培养基	67
复习思考题	68
第六章 微生物的代谢和发酵	70
第一节 微生物的产能代谢	70

一、生物氧化	70
二、异养微生物的生物氧化与产能	71
三、自养微生物的生物氧化与产能	77
第二节 微生物的耗能代谢	79
一、细胞物质的合成	79
二、其他耗能反应	85
第三节 微生物的代谢调控与发酵生产	85
一、酶活性的调节	85
二、酶合成的调节	87
三、代谢调控在发酵工业中的应用	88
第四节 微生物的初级代谢与次级代谢	89
一、初级代谢	89
二、次级代谢	89
第五节 微生物药物	90
一、抗生素	90
二、维生素	90
三、氨基酸	90
四、酶制剂	90
五、甾体激素	91
复习思考题	91
第七章 微生物的生长及控制	93
第一节 微生物的培养法	93
一、实验室培养法	93
二、工业生产培养法	94
第二节 微生物的生长规律	95
一、同步培养	95
二、细菌群体的生长规律——典型生长曲线	96
三、连续培养	99
第三节 微生物生长的测定	99
一、计数法	99
二、生长量法	100
第四节 环境对微生物生长的影响	101
一、营养物质	101
二、水的活性	101
三、温度	101
四、pH 值	102
五、氧	102
第五节 有害微生物的控制	104
一、几个基本概念	104
二、控制微生物的物理方法	104

三、化学方法·····	107
复习思考题·····	111
第八章 微生物的遗传变异 ·····	113
第一节 遗传变异的物质基础·····	113
一、微生物的遗传物质·····	113
二、质粒·····	117
第二节 基因突变和诱变育种·····	119
一、基因突变·····	119
二、突变与育种·····	121
第三节 基因重组·····	125
一、原核微生物的基因重组·····	125
二、真核微生物的基因重组·····	127
第四节 菌种的衰退、复壮和保藏·····	129
一、菌种的衰退和复壮·····	129
二、菌种的保藏·····	131
复习思考题·····	133
第九章 传染与免疫 ·····	134
第一节 传染的机理·····	134
一、病原微生物的致病性·····	134
二、病原微生物的侵入数量和侵入途径对致病性的影响·····	135
三、机体的抵抗力(免疫力)·····	135
四、环境因素·····	136
五、传染的类型·····	136
第二节 非特异性免疫·····	136
一、生理屏障·····	137
二、非特异性免疫细胞的防护作用·····	137
三、体液因素·····	138
第三节 特异性免疫·····	139
一、免疫系统·····	139
二、抗原·····	142
三、免疫球蛋白·····	143
四、免疫应答·····	146
第四节 生物制品及其应用·····	149
一、人工自动免疫生物制剂·····	149
二、人工被动免疫用制剂·····	151
复习思考题·····	151
第十章 微生物的生态 ·····	153
第一节 生态环境中的微生物·····	153
一、微生物群落·····	153
二、陆生生境的微生物·····	154

三、水生生境的微生物	155
四、大气生境的微生物	155
五、极端环境下的微生物	156
六、动、植物体中的微生物	156
七、工农业产品中的微生物	157
第二节 微生物与环境间的相互关系	157
一、互生关系	158
二、共生关系	158
三、寄生关系	158
四、拮抗关系	159
五、捕食关系	159
第三节 微生物在生态系统中的作用	160
一、微生物在生态系统中的角色	160
二、微生物与自然界物质循环	160
第四节 人体微生物和病原微生物的传播	163
一、人体与微生物	163
二、病原微生物的传播	164
第五节 微生物与环境保护	164
一、微生物对污染物的降解与转化	164
二、重金属转化	165
三、污染介质的微生物处理	165
四、环境污染的微生物监测	166
复习思考题	168

第二篇 微生物实验

第十一章 纯培养技术	171
第一节 预备知识	171
一、微生物学实验室守则	171
二、实验室意外事故的处理	172
三、实验室常用仪器	172
第二节 培养基	173
一、培养基营养物质	173
二、培养基种类	174
三、培养基配制方法	176
四、常用培养基	178
实验一 牛肉膏蛋白胨培养基的制备	178
实验二 高氏Ⅰ号合成培养基的制备	179
实验三 马丁-孟加拉红培养基的制备	180
实验四 马铃薯蔗糖琼脂培养基的制备	181
第三节 灭菌和消毒	181

一、干热灭菌	181
二、湿热灭菌	182
三、过滤除菌	186
四、紫外线杀菌	186
五、化学药剂消毒与杀菌	186
第四节 微生物接种技术	187
一、准备	187
二、接种方法	189
复习思考题	191
第十二章 形态观察及微生物测定	193
第一节 显微镜的构造、性能和使用方法	193
一、显微镜的构造	193
二、显微镜的性能	194
三、显微镜的使用方法	195
第二节 微生物的形态观察	196
实验五 细菌形态的观察	196
实验六 细菌的简单染色法	196
实验七 细菌的革兰染色法	197
实验八 放线菌的形态观察	198
实验九 酵母菌子囊孢子的培养与观察	200
实验十 霉菌水浸标本片的制备与观察	200
实验十一 噬菌斑的培养观察	201
第三节 微生物的大小及数量测定	202
实验十二 微生物细胞大小的测定	202
实验十三 微生物细胞的显微镜直接计数法	203
实验十四 稀释平板测数法	205
实验十五 稀释培养测数法	207
实验十六 比浊法测定大肠杆菌的生长曲线	209
复习思考题	211
第十三章 基础及应用微生物实验	212
实验十七 细菌的生理生化反应	212
实验十八 微生物与氧关系的检测	214
实验十九 厌氧微生物的培养	215
实验二十 免疫血清的制备	218
实验二十一 赖氨酸发酵	220
实验二十二 利用废水生产单细胞蛋白	221
实验二十三 微生物菌种保藏	222
实验二十四 水中大肠菌群的检测	225

复习思考题.....	227
附录 最大或然数统计表.....	229
参考文献.....	231

第一篇

微生物基础

第一章 绪 论

一、微生物

生态圈里存在着——类特别的生物，它们个体微小、结构简单、肉眼看不见，只有借助光学显微镜或电子显微镜才能观察到，这就是微生物。

微生物虽小但作用非凡，物质循环中如果没有微生物对动、植物尸体的降解，生态系统的平衡就难以维系。就人类而言，每个人都能享受到微生物给予的恩赐：美味的面包和馒头；可口的酸奶；诱人的美酒；患病服用的各种药剂……当然，微生物同样也给人类带来了无数的灾难：天花、鼠疫、霍乱以及时下令各国科学家和医生束手无策的艾滋病的蔓延；2003年中国许多省份出现的传染性非典型肺炎的传播除了给国内经济带来巨大的损失外，也让人们认识到由于生存环境的日益恶化，新型病毒引起的各类传染性疾病将严重威胁着人类健康及生命安全。

因此，了解微生物，掌握微生物的相关科学，为人类造福是微生物学工作者义不容辞的责任。对每个人来讲，学习有关微生物的知识，无论是在日常生活还是今后从事相关领域工作，都受益匪浅。

二、微生物学发展概况

微生物学是研究微生物的生物学特性（形态、结构、代谢、生长繁殖、遗传变异等）及其与人类、动植物等的相互关系的科学。

在真正看到微生物之前，人们就已感觉到微生物的存在，甚至已在不知不觉中应用它们。如4000多年前中国民间酿酒已十分普遍，后来又相继发明了酿醋、制酱等。

真正看见并描述微生物的第一人是荷兰商人安东·列文虎克，1676年他用自制的显微镜看见了细菌和原生动物。首次揭示了一个崭新的生物世界——微生物界。

从列文虎克首次发现微生物，之后的200年人们对微生物的研究基本停留在形态描述和对发现的微生物进行分类。直至19世纪中期以法国的巴斯德（Louis Pasteur, 1822—1895）和德国的柯赫（Robert Koch, 1843—1910）为代表的科学家将微生物的研究由形态描述推进到生理学研究阶段，揭示了微生物是造成腐败发酵和人畜疾病的原因，并建立了分离、培养、接种和灭菌一系列微生物技术，奠定了微生物学的基础。

巴斯德的重要贡献：

① 由曲颈瓶试验（图1-1）证实空气内含有微生物，彻底否定了“自生说”。（a）将营养丰富的肉汤放入一玻璃瓶中，然后将玻璃瓶的瓶颈拉出呈鹅颈的形状。加热煮沸肉汤，使其与瓶内的空气一起被灭菌。微生物进入开口的曲颈瓶时，被捕获附着在弯曲的颈壁上，因此可维持肉汤在无菌状态，而不发生腐败。（b）将曲颈瓶打碎微生物从瓶颈进入瓶中，很快肉汤被污染。巴斯德用此实验证实了空气中有微生物存在，且证实微生物来自空气而不是

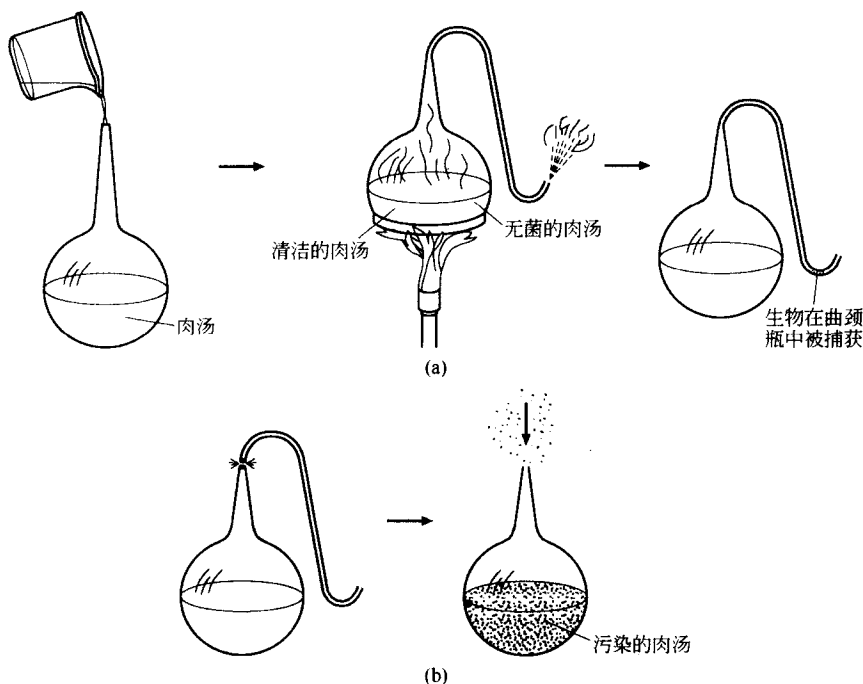


图 1-1 曲颈瓶实验

来自无生命的物质。

② 首次制成狂犬疫苗。早在 1798 年，英国医生琴纳（Jenner）发明了种痘法预防天花，但因不了解免疫过程的机制，没能获得继续发展。1877 年，巴斯德研究了鸡霍乱，发现将病原菌减毒可诱发免疫性，以预防鸡霍乱。之后又研究了牛、羊炭疽病和狂犬病，并首次制成狂犬疫苗，为人类防病、治病作出了重大贡献，证实了其免疫学说。

③ 证实发酵是由微生物引起的。分离到了许多引起发酵的微生物，并证实酒精发酵是由酵母菌引起的，发现了乳酸发酵、醋酸发酵、丁酸发酵都是不同细菌所引起的，为微生物生理生化的研究奠定了基础。

④ 建立了巴斯德消毒法， $60\sim 65^{\circ}\text{C}$ 短时间加热处理，可杀死有害微生物。该消毒方法至今沿用。

柯赫的重要贡献：

① 证实了炭疽病菌是炭疽病的病原菌；发现了肺结核的病原菌，这是当时死亡率极高的传染病，柯赫因此而获得了诺贝尔奖。

② 提出了柯赫法则，以此证明某种微生物是否为某种疾病病原体的基本原则（如图 1-2）：（a）从患病的动物体中采取血样；（b）实验室样检；（c）发现病原菌；（d）自血液分离出细菌在实验室内进行纯培养；（e）将一个纯培养样品中只含有的一种细菌注射到健康的动物体内。假如动物患病并出现与原来动物同样的症状，可证明是这种特殊的微生物导致了这种特殊的疾病。

由于柯赫在病原菌研究方面的开创性工作，使得 19 世纪 70 年代至 20 世纪 20 年代成为发现病原菌的黄金时代。

③ 奠定了微生物基本操作技术基础。用固体培养基分离纯化微生物、配制培养基都是

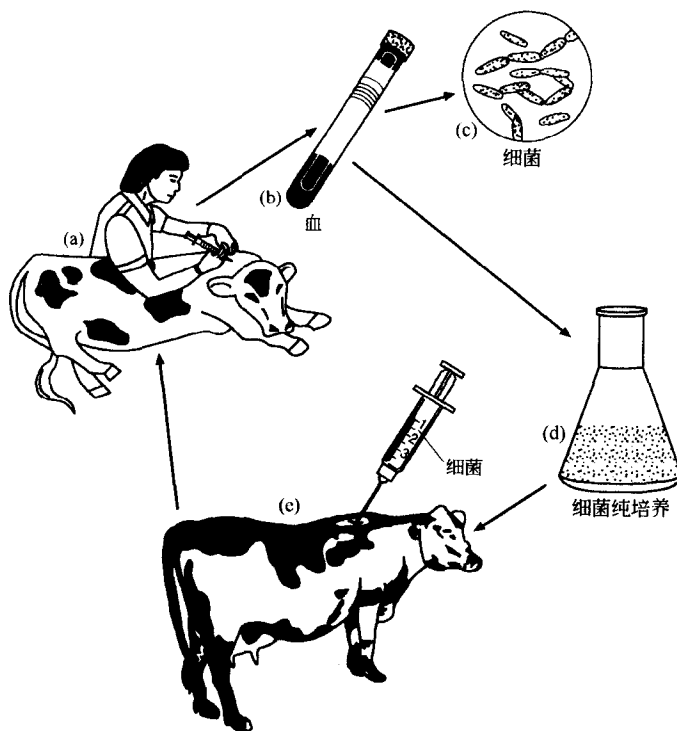


图 1-2 柯赫法则

至今仍在沿用的微生物基本操作技术。

巴斯德和柯赫的杰出工作，使微生物学作为一门独立的学科开始形成，并为今后微生物学的研究和发展奠定了重要的基础。

抗生素的发现是继化学治疗药物之后治疗微生物感染的重大科学成果，具有划时代的意义。1929 年英国人弗莱明（Alexander Fleming, 1881—1955）发现青霉菌产生的青霉素能抑制金黄色葡萄球菌的生长。1940 年 Florey 等提取出青霉素的结晶纯品，并证实了其临床应用价值。青霉素的发现启发了人类对其他抗生素的寻找和生产，之后链霉素、氯霉素、四环素、头孢霉素、红霉素、林可霉素以及庆大霉素相继被开发并研制成功。

20 世纪以后，相邻学科研究成果的应用使微生物学沿着两个方向发展，即应用微生物学和基础微生物学。在应用方面，对人类疾病和躯体防御机能的研究，促进了医学微生物学和免疫学的发展。抗生素的生产至今仍是医药工业的一个重要领域。环境微生物学在土壤微生物学研究的基础上快速发展，同时农业微生物学、兽医微生物学也相继成为重要的应用学科。应用成果的不断涌现，促进了基础研究的深入，细菌和其他微生物的分类系统出现并不断完善。对细胞化学结构和酶及其功能的研究发展了微生物生理学和生物化学。微生物遗传与变异的研究导致了微生物遗传学的诞生。微生物生态学在 20 世纪 60 年代也形成了独立的学科。

在基础理论研究的同时，微生物学的实验技术同样发展迅速，19 世纪后期微生物的培养技术已趋成熟。如显微技术、灭菌方法、加压灭菌器、纯化培养技术、革兰染色法、培养皿和琼脂作凝固剂等。如今微生物学实验技术已相当完善，包括形态研究、纯培养技术、微生物的营养与环境条件、微生物的分离纯化与鉴定、微生物遗传学实验、应用微生物实验