



湖北高职“十一五”规划教材

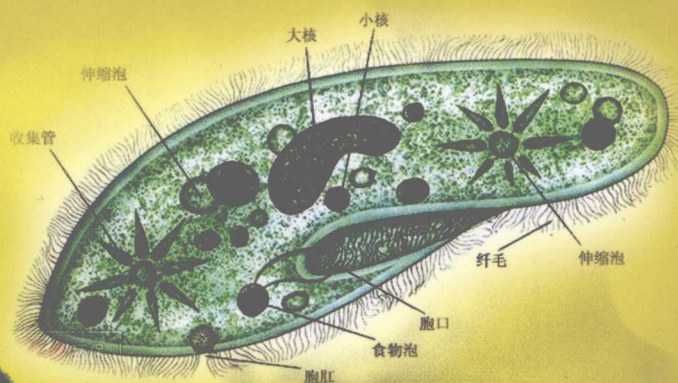
HUBEI GAOZHI SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI

湖北省高等教育学会高职专委会研制

微生物及其应用

WEISHENGWU JIQI YINGYONG

秦春娥 别运清 主编



湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社



湖北高职“十一五”规划教材

HUBEI GAOZHI “SHIYIWU” GUIHUA JIAOCAI

总策划 李友玉 策划 屠莲芳

会委

湖北职业技术学院 吴 云 主

湖北职业技术学院 黄 全 主

微生物及其应用

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

主 编 秦春娥 别运清

副主编 杨辉德 陈咏梅 冯小俊

主 审 李家瑞

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北职业技术学院 陈 志 主

湖北长江出版集团

湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

微生物及其应用/秦春娥,别运清主编. —武汉:湖北科学技术出版社,2008.1
湖北高职高专“十一五”规划教材
ISBN 978—7—5352—3917—4

I. 微… II. 秦… III. 微生物学—高等学校:技术学校—教材 IV. Q93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005748 号

微生物及其应用

©秦春娥 别运清主编

责任编辑:谭学军 王小芳

封面设计:喻 杨

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:87679468

地 址:武汉市雄楚大街 268 号
湖北出版文化城 B 座 12—14 层

邮编:430070

印 刷:湖北恒泰印务有限公司

邮编:430223

787 毫米×1092 毫米

16 开

印张 14.25 插页 6 330 千字

2008 年 1 月第 1 版

2008 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978—7—5352—3917—4

定价:30.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换



湖北高职“十一五”规划教材(生物类)

HUBEI GAOZHI “SHIYIWU” GUIHUA JIAOCAI

总策划 李友玉 策划 屠莲芳
编委会

主任 吴云 恩施职业技术学院
陈全胜 黄冈职业技术学院

副主任 (以下按姓氏笔划排序)
叶汉英 武汉软件工程职业学院
刘发志 湖北三峡职业技术学院
张德炎 咸宁职业技术学院
付献力 荆州职业技术学院

委员 (以下按姓氏笔划排序)

叶汉英 武汉软件工程职业学院
刘发志 湖北三峡职业技术学院
刘振祥 咸宁职业技术学院
吴云 恩施职业技术学院
张术 随州职业技术学院
张代涛 襄樊职业技术学院
张德炎 咸宁职业技术学院
李云 湖北三峡职业技术学院
李莉 武汉职业技术学院
杜磊 仙桃职业学院
杨春松 武汉城市职业学院
陈全胜 黄冈职业技术学院
金学平 武汉软件工程职业学院
郭群 武汉职业技术学院
曹正明 黄冈职业技术学院
龚云登 恩施职业技术学院
韩友元 荆州职业技术学院
瞿宏杰 襄樊职业技术学院

凝聚集体智慧 研制优质教材

教材是教师教学的脚本,是学生学习的课本,是学校实现人才培养目标的载体。优秀教师研制优质教材,优质教材造就优秀教师,培育优秀学生。教材建设是学校教学最基本的建设,是提高教育教学质量最基础性的工作。

高职教育是中国特色的创举。我国创办高职教育时间不长,高职教材存在严重的“先天不足”,如中专延伸版、专科移植版、本科压缩版等。这在很大程度上制约着高职教育教学质量的提高。因此,根据高职教育培养“高素质技能型专门人才”的目标和教育教学实际需求,研制优质教材,势在必行。

2005年以来,湖北省高教学会高职高专教育管理专业委员会(简称“高职专委会”)高瞻远瞩,审时度势,深刻领会国家关于“大力发展职业教育”和“提高高等教育质量”之精神,准确把握高职教育发展之趋势,积极呼应全省高职院校发展之共同追求;大倡研究之风,大鼓合作之气;组织全省高职院校开展“教师队伍建设、专业建设、课程建设、教材建设”(简称“四个建设”)的合作研究与交流。旨在推进全省高职院校进一步全面贯彻党的教育方针,创新教育思想,以服务为宗旨,以就业为导向,工学结合、校企合作,走产学研结合发展道路;推进高职院校培育特色专业、打造精品课程、研制优质教材、培养高素质的教师队伍,提升学校整体办学实力与核心竞争力;促进全省高职院校走内涵发展道路,全面提高教育教学质量。

湖北省教育厅将高职专委会“四个建设”系列课题列为“湖北省教育科学‘十一五’规划专项资助重点课题”。全省高职院校纷起响应,几千名骨干教师和一批生产、建设、服务、管理一线的专家,一起参加课题协同攻关。在科学研究过程中,坚持平等合作,相互交流;坚持研训结合,相互促进;坚持课题合作研究与教材合作研制有机结合,用新思想新理念指导教材研制,塑造教材“新、特、活、实、精”的优良品质;坚持以学生为本,精心酿造学生成长的精神食粮。全省高职院校重学习研究,重合作创新蔚然成风。

这种以学会为平台,以学术研究为基础开展的“四个建设”,符合教育部关于提高教育教学质量的精神,符合高职院校发展的需求,符合高职教师发展的需求。

在湖北省教育厅和湖北省高教学会领导的大力支持下,在湖北省高教学会秘书处的指导下,经过两年多艰苦不懈的努力和深入细致的工作,“四个建设”合作研究初见成效。湖北省高职专委会与湖北长江出版传媒集团、武汉大学出版社、复旦大学出版社等知名出版单位携手,正陆续推出课题研究成果:“湖北高职‘十一五’规划教材”,这是全省高职集体智慧的结晶。

交流出水平,研究出智慧,合作出成果,锤炼出精品。凝聚集体智慧,共创湖北高职教育品牌——这是全省高职教育工作者的共同心声!

湖北省高教学会高职专委会主任 黄木生

2008年1月

前言

高等职业技术教育是国家高等教育中一支亮丽的奇葩。其宗旨是为社会培养大量“高素质、高技能”的人才,而教材是此项宏伟工程中重要的载体。当前高职教育的特征与快速发展已明显突出许多教材均存在内容滞后和实践部分过于薄弱的问题。鉴于此,我们在湖北省高等教育学会和湖北省高职高专教育管理专业委员会的大力支持和指导下,充分发挥各相关院校同仁们的才智,集思广益,力求研制与编写出一套符合高等职业技术教育培养目标的系列教材。

微生物学作为一门重要的生物学分支学科,是当今生命科学领域中研究最活跃、发展最快和应用前景最广阔的重要学科之一,其许多理论与实践方法都正在被广泛应用于其他生命科学的研究之中,因而也是倍受瞩目的学科之一。

《微生物及其应用》既是一门多学科兼用的职业基础课,也是大多数生物类专业的必修课。因此,所编写内容除微生物学基础理论知识外,还包含了各种相关实验、应用技术、思考题与实践操作题以及前沿知识拓展等部分。同时又根据高职学生形象思维较强和文化基础与专业的需要,适当地降低了理论部分的深度,强化了微生物在生产实践中的应用技术,以力求突出高职教育人才培养的特色。此外,在内容的选择上力求保持一定的综合性和代表性,兼收并蓄,确保概念表达准确清楚,叙述简明扼要,并选用了大量的插图,特别是彩色图谱与列表,以使本教材的内容既适用、够用和实用,同时又具备形象、直观、生动和通俗易懂等特征。学生通过学习,既掌握一定的微生物基础知识和具备较好的实际应用能力,又能自觉地迈入微生物科学的大门,激发他们对微生物界的兴趣,为今后从事微生物类的生产实践或研究探索奠定良好的基础。

本教材的特色与创新之处在于将以植物为主体的农业及发酵工程类微生物学相关知识融为一体,同时为了尽力落实高职教育所推崇的“教学做合一,边做边学,边学边练”的教学理念,使学生能够尽快地学以致用,编写时按生产实际过程将有关理论与相应实践操作编排在一起,并尽可能采用各种图示以加强学生对理论与实践操作的掌握。

全书分为三单元,共九章。其中,绪言、第七章、第九章及彩色图谱部分由黄冈职业技术学院秦春娥组织编写;第一章、第二章及附录部分由襄樊职业技术学院别运清编写;第三章由恩施职业技术学院冯小俊与黄冈职业技术学院杨辉德编写;第四章由三峡职业技术学院苏开平与襄樊职业技术学院刘颖编写;第五章由武汉软件工程职业学院吴旭乾编

写;第六章由武汉软件工程职业学院陈咏梅与秦春娥编写;第八章由冯小俊、杨辉德和秦春娥编写;统稿工作由秦春娥完成。

在整个教材编写工作中,湖北省高职高专教育管理专业委员会教学组李家瑞组长对本教材进行了系统指导,三峡职业技术学院王华利副院长也提出了有益的建议。在此,谨向他们以及所有给予我们支持与帮助的各位表示衷心的感谢!

由于我们的能力与水平有限,加之时间仓促,本书的错误与不妥之处在所难免,在此由衷地希望广大读者和专家不吝指正。

湖北高职“十一五”规划教材

《微生物及其应用》研制组

2008年1月

目 录

绪言	1
一、人类早期对微生物的认识和利用	1
二、人类对微生物的进一步认识和利用	2
三、微生物科学与应用前景	3

第一单元 微生物形态观察技术

第一章 显微镜与显微技术	8
第一节 显微镜的主要种类与使用	8
一、普通光学显微镜	8
二、相差显微镜	11
三、荧光显微镜	13
第二节 光学显微观察样品制备技术	13
一、活体观察样品制备技术	14
二、染色观察样品制备技术	14
第二章 显微镜下的微生物	16
第一节 真核微生物	16
一、酵母菌	16
二、霉菌	19
第二节 原核微生物	24
一、细菌	24
二、放线菌	36
三、其他原核微生物	39

第二单元 微生物分布与生长控制技术

第三章 微生物分布与无菌操作技术	44
第一节 微生物在自然界中的分布	44
一、空气中的微生物	44
二、土壤中的微生物	45
三、水中微生物	46

四、正常人体中的微生物	46
五、微生物分布测定技术	47
第二节 环境因素对微生物的影响	49
一、物理因素的影响	49
二、化学因素的影响	52
三、生物因素的影响	54
第三节 微生物应用中的无菌操作技术	55
一、技术安全常识	55
二、常用玻璃器皿的准备技术	56
三、消毒灭菌基本技术	58
第四章 微生物人工培养技术	64
第一节 微生物的营养	64
一、营养物质	64
二、营养类型与方式	67
三、培养基的配制	69
第二节 微生物代谢与代谢调节	72
一、微生物酶	72
二、微生物代谢	73
三、微生物代谢调节	76
第三节 微生物生长与繁殖	80
一、生长繁殖条件	80
二、生长繁殖规律	82
三、微生物生长特征	87
第四节 微生物培养与生长测定技术	89
一、培养方法	89
二、培养基制备技术	90
三、微生物分离培养技术	91
四、微生物生长测定技术	94
第三单元 微生物应用与检测技术	
第五章 微生物遗传育种技术	104
第一节 微生物的遗传变异	104
一、遗传物质	104
二、基因突变	106
第二节 微生物菌种的选育	107
一、自然选育	107
二、诱变育种	108

三、代谢调控育种	109
四、杂交育种	109
五、基因工程育种	111
第三节 菌种保藏技术	112
一、菌种的退化与复壮	112
二、菌种复壮操作技术	113
三、菌种的保藏	114
四、菌种保藏操作技术	116
第六章 微生物在发酵工业中的应用	119
第一节 初级代谢与次级代谢	119
一、初级代谢	119
二、次级代谢	119
三、初级代谢和次级代谢的关系	120
第二节 微生物在发酵工业中的应用	120
一、在食品生产中的应用	120
二、在药品与保健品中的应用	127
第三节 微生物产品测定技术	130
一、酒精发酵技术	130
二、糖化酶测定技术	131
三、药物体外抗菌试验操作技术	134
四、抗生素效价测定技术	139
第七章 免疫及其技术应用	145
第一节 传染	145
一、微生物的入侵	145
二、对宿主防御机能的抵抗	146
第二节 免疫	147
一、非特异性免疫	148
二、特异性免疫	149
第三节 变态反应	155
一、I型变态反应	155
二、II型变态反应	156
三、III型变态反应	156
四、IV型变态反应	156
第四节 免疫技术应用	157
一、生物制品及其应用	157
二、免疫检测技术	159
第八章 微生物在农业与环境治理中的应用	166
第一节 微生物在自然界物质循环中的作用	166

一、在碳素循环中的作用	166
二、在氮素循环中的作用	167
三、在硫素循环中的作用	169
四、在磷素循环中的作用	170
五、微生物活动对环境的污染与危害	170
第二节 微生物在农业生产中的应用	171
一、微生物肥料	172
二、微生物农药	175
第三节 微生物在环境治理中的应用	180
一、微生物与污水处理	181
二、微生物对污染物的降解与转化	182
第九章 微生物污染与检测技术	185
第一节 微生物与食品安全性	185
一、微生物与食品腐败变质	185
二、微生物性食物中毒	187
三、食源性感染	189
四、食品保藏技术	189
第二节 微生物与药物变质	190
一、药物中微生物的来源	190
二、药物被微生物损害的判定	190
第三节 微生物污染检测技术	191
一、细菌总数的测定	191
二、大肠菌群的检测	192
三、常见致病菌的检验	195
附录一 常用培养基配方	200
一、细菌、放线菌、酵母菌、霉菌常用培养基	200
二、水(或食品)的细菌学检查培养基	202
三、微生物生化鉴定常用培养基	202
四、Ames 实验用培养基	203
五、筛选营养缺陷型实验用培养基	204
六、抗生素效价测定用培养基	204
附录二 常用染色液的配制	205
一、吕氏(Loeffler)碱性美蓝染液	205
二、齐氏(Ziehl)石炭酸复红染色液	205
三、革兰氏(Gram)染色液	205
四、芽孢染色液	205
五、荚膜染色液	206
六、鞭毛染色液	206

七、乳酸石炭酸棉蓝染色液.....	207
附录三 常用试剂、指示剂和缓冲液等的配制	208
一、指示剂.....	208
二、实验用试剂.....	209
三、实验用溶液与缓冲液.....	210
参考文献.....	212
微生物彩色图谱.....	215
一、真菌.....	215
二、原核微生物.....	216
三、病毒.....	223
四、遗传育种.....	224

用味影人走一极的时主婚叔类人,二

绪 言

微生物不是生物分类学上的名称,而是一类肉眼难以看清、需借助光学显微镜甚至电子显微镜才能观察到的一切微小生物($D < 0.1\text{mm}$)的总称。它们在自然界中的分布极其广泛,从地底深处至万里高空、从外界环境至动植物机体、从零摄氏度以下至上百度高温、从富盐的海水、干涸的沙漠乃至坚硬的矿石等环境中均不乏微生物的存在。不仅如此,微生物在自然界中的生存时间、种类和数量等均远远超过了人类,同时在地球环境衍变、物质转化以及人类的生存中均发挥了极其重要的作用。

然而,人类在遥远的古代时并未曾意识到微生物的存在,而是在漫长发展史中不自觉地利用微生物为自身的生产和生活实践服务,同时也积累了丰富的经验。

一、人类早期对微生物的认识和利用

实际上,人类早在发现微生物之前就已经感觉到了它们的存在。据历史记载,我国人民早在 8 000 年以前就发明了制曲酿酒工艺,酿造过程中所需要的酵母菌种、原料和控制条件等内容在古书中均有详细叙述;在 2 500 年前的春秋战国时期就已经掌握了制醋和制酱工艺。著名的农业著作《齐民要术》中还详细论述了早在春秋战国时代,我国在农业上就已形成了一套制作堆肥和厩肥等有机肥的完整技术,其实质是利用有机质在微生物作用下腐解为可供植物吸收的简单营养;书中还记述了不同的轮作方式,强调豆类和谷类作物的轮作制,实际上是利用根瘤菌与豆科植物的共生固氮作用提高土壤的肥力。而西方直到 18 世纪 30 年代才开始使用轮作技术,比中国起码要晚 1 000 多年。

在认识微生物病原和防治疫病等方面我国也先于西方各国,如在公元前 6 世纪就已知晓狂犬病来源于疯狗;公元 2 世纪张仲景提出禁食病死兽肉和不洁食物以防伤寒;名医华佗(约公元 141—208 年)首创麻醉术和剖腹外科,主张割去腐肉以防传染;公元 4 世纪葛洪在《肘后方》一书中详述了天花的病症,并注意到天花流行的方式;在宋真宗时期,我国人民广泛应用种人痘预防天花的措施是当时医学上之伟大创举,也是人类应用免疫方法防治疾病的开端(后来英国人在此基础上发展成为改种“牛痘”);我国明末医生吴又可提出“戾气”学说,认为传染病的病因是一种看不见的“戾气”,传播途径以口、鼻为主。此外,我国在微生物与动植物病害的关系上也早有认识。如在 2 000 年前就有对鼠疫流行的记载;公元 2 世纪《神农本草经》中记载了蚕的“白僵”;明朝李时珍所著《本草纲目》中记载了不少植物病害;很早就应用茯苓、灵芝等真菌治疗疾病;历代的劳动者对作物和蚕病也有各种防治措施。由此可见,我国古代的劳动人民在对微生物的认识和利用方面不仅为人类作出了巨大贡献,而且在技术上也处于世界领先地位。但由于当时的条件所限,尽管我们的祖先们在长期的实践中已经意识到了微生物的存在并加以充分利用,但却无法揭示微生物的形态与本质特征。

二、人类对微生物的进一步认识和利用

1676年,荷兰人列文虎克(A. V. Leeuwenhoek, 1632—1723)自制了世界上第一台显微镜,其放大倍数为50~300倍,仅有一个透镜安装在两片金属薄片中间,在透镜前有一根金属短棒,在棒的尖端放上需要观察的样品,利用中部的调焦螺旋调节焦距。他先后观察、描绘了雨水、污水、血液和牙垢等环境中的细菌与原生动物等形态与活动方式,从而首次发现了神奇的微小生物世界,在微生物学发展史上具有划时代意义。由于他的杰出贡献,1680年当选为英国皇家学会会员。

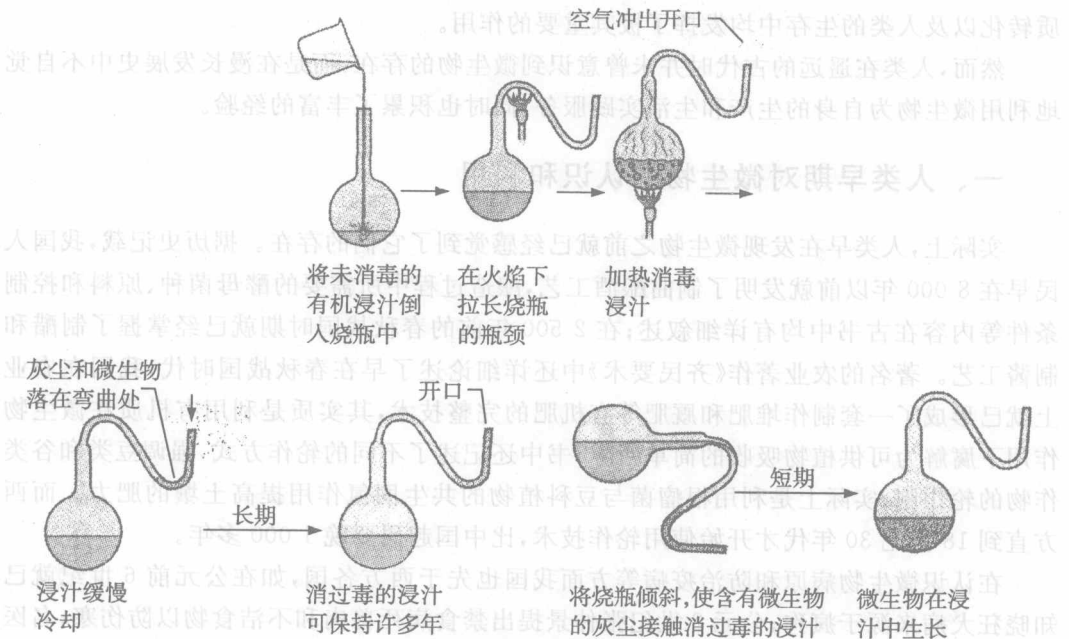


图1 Pasteur 曲颈瓶试验

19世纪中期,当时在欧洲一些国家中占有重要经济地位的酿酒工业和蚕丝业发生了酒变质和蚕病危害等问题,以法国人巴斯德(L. Pasteur, 1822—1895)和德国人科赫(R. Koch, 1843—1910)为代表的科学家们为了解决实际生产问题,着力研究了微生物的生理活动,并将之与生产和预防疾病联系起来,从而奠定了微生物学的理论和技术基础。

巴斯德的卓越贡献之一是彻底否定了“自然发生”学说。该学说认为一切生物是自然发生的,可以从一些没有生命的材料中产生。1857年巴斯德根据曲颈瓶实验证实(如图1所示),空气中确实含有微生物,可引起有机物浸汁腐败。由于曲颈瓶弯曲的瓶颈挡住了空气中微生物的到达,因此若将浸汁中的微生物加热杀死后再置于瓶内,即使将瓶口敞开也能避免有机物腐败;而一旦将瓶颈打断或将瓶内浸汁倾湿管壁后再倒回去,则空气中微生物可进入瓶内引起有机物的腐败变质。

贡献之二是证实了发酵由微生物引起。当时巴斯德所工作的法国里尔大学位于盛产

啤酒和葡萄酒的城市,酒类的腐败变质问题干扰着生产的发展。他的研究证明了糖在酵母菌作用下可以转变为酒精,而在其他细菌作用下转变成乳酸和醋酸等。不同微生物所需的条件不同,发酵过程不同,产物也各不相同。他还发现丁酸发酵和酵母菌的发酵作用是在缺氧条件下进行的,因此提出了发酵作用不需氧气参加。在研究各种物质发酵的同时,为防止产品腐败,巴斯德又提出了一种可以消灭产品中其他微生物的办法——采用 $50\sim 65^{\circ}\text{C}$ 的温度处理产品一定时间以达到防腐的目的,即著名的巴氏消毒法。从而解决了当时法国葡萄酒变质等实际问题。直到今天,巴氏消毒法在乳制品和酒制品等食品工业上仍被广泛采用,但在设备和具体条件上都有所改进。此外,巴斯德还成功地将病原菌减毒制成了鸡霍乱疫苗、牛羊炭疽疫苗和狂犬病疫苗等。

1876年以来的一段时期内,科赫作为细菌学奠基人,在病原菌研究及细菌分离、培养等方面做出了杰出贡献。主要表现在配制固体培养基和建立了通过固体培养分离纯化微生物的技术;用自创的方法分离到许多病原菌,如炭疽芽孢杆菌(1877)、结核分支杆菌(1882)、链球菌(1882)、霍乱弧菌(1883)等;提出了科赫法则,即证明某种微生物为某种疾病病原体所必须具备的条件;创立了许多显微镜观察技术,如细菌鞭毛染色法、悬滴培养法、显微摄影技术等。而在微生物培养方面,科赫的助手 Petri 和 Hesse 也做出了重要贡献。Petri 所设计的玻璃培养皿(Petri 皿)既便于容纳培养基,也便于观察细菌等微生物菌落,同时还可以达到通气而不易污染杂菌的目的。最初固体培养基中使用的凝固剂为明胶,但明胶在 28°C 以上会熔化,无法用于培养人类的病原菌(最适温度为 $35\sim 37^{\circ}\text{C}$);其次,有些细菌还可以分解明胶,使之失去作为培养基支撑物的作用。为此,Hesse 在妻子启发下,用做果冻的洋菜作为固体培养基支撑物。洋菜是从一种海藻中提取的,在 100°C 左右熔化为液体, 42°C 以下则凝固为固体,同时又不为微生物所分解,因而是一种优良的凝固剂。

1897年,布赫纳(E. Buchner,德国,1860—1917)用酵母菌无细胞压榨汁将葡萄糖进行酒精发酵获得成功,发现了微生物酶的重要作用,从此将微生物学推进到了生化研究阶段。

随着对微生物研究的进一步深入,人类又相继分离到了固氮菌、烟草花叶病毒以及口蹄疫病毒等,并从微生物代谢产物中找到了青霉素、链霉素等重要的抗菌物质,从而使微生物在工业、农业和医药等方面的应用得到了迅速发展。人们日常生活中使用的食用酒、酸乳、醋、酱油、味精、抗生素、激素和疫苗等均为微生物发酵工业产物。现代发酵工业自1929年弗莱明(S. A. Fleming,英国)发现青霉素至今已取得了长足进展,并从作坊式的混菌、厌氧和固体发酵走向了纯种、大罐通气与液体深层发酵阶段。

三、微生物科学与应用前景

大多数微生物均为单细胞生物,少数为多细胞或无细胞结构。根据其是否有细胞结构可分为两大类,一类是无细胞结构的病毒和亚病毒因子(类病毒、卫星病毒、卫星RNA、阮病毒);另一类为有细胞结构的原核生物和真核生物,其中原核生物包括细菌、放线菌、蓝细菌、支原体、衣原体、立克次氏体和螺旋体等七大类,真核生物主要有真菌与原生生物(单细胞藻类和原生动物)两类。尽管微生物复杂多样,但一般都具备种类繁多、分布广

泛,形态微小、结构简单,代谢旺盛、繁殖快速,适应性强以及容易变异等共同特点。上述种类的多样性决定了微生物在生物界中的重要地位。1969年魏塔克(Whittaker)首先提出五界系统,把自然界中具有细胞结构的生物分为五界。后据我国学者建议,将无细胞结构的病毒另列一界,从而构成了生物六界系统(表1)。

表1 微生物在生物六界系统中的地位

生物界名称	主要结构特征	微生物类群名称
病毒界	无细胞结构,大小为纳米(nm)级	病毒、类病毒等
原核生物界	为原核生物,细胞中无核膜与核仁的分化,大小为微米(μm)级	细菌、蓝细菌、放线菌、支原体、衣原体、立克次氏体、螺旋体等
原生生物界	细胞中具核膜与核仁的分化,为小型真核生物	单细胞藻类、原生动物等
真菌界	单细胞或多细胞,细胞中具核膜与核仁的分化,为小型真核生物	酵母菌、霉菌、蕈菌等
动物界	细胞中具核膜与核仁的分化,为大型能运动真核生物	
植物界	细胞中具核膜与核仁的分化,为大型非运动真核生物	

作为一支独具特色的生物群体,微生物与人类生产和生活的关系一直都是密不可分的,同时也是现代基因工程中必不可少的研究对象。人类正是借助于对微生物遗传特性的深入研究,揭示了“DNA-基因-酶”三者间的关系,从而确立了遗传的物质基础和DNA双螺旋结构的实质。20世纪70年代,科学家们成功地将体外重组的不同质粒DNA转化到大肠杆菌体内,随后又成功地将人胰岛素A、B链基因转入大肠杆菌并获得表达,从而为人工合成胰岛素创造了条件,使转基因微生物生产多肽药物成为可能,达到了创造新种和治疗疾病的目的。在此基础上,人类又进一步采用基因工程方法构建了转基因植物和转基因动物,使生物技术得到了全面发展。20世纪80年代以后,作为人类基因组计划的一部分,有关微生物基因组的研究在短期内取得了突破性进展,目前已完成基因组全序列测定的微生物有100多种,从而为生命科学开辟了新的研究领域,也为微生物学、医学和免疫学的研究提供了新思路和新方法。目前,在已测定的微生物基因组序列中仅有1/2基因的功能是已知的,因此,了解基因和基因组的功能是后基因组研究的重要内容。

毋庸置疑,在生命科学迅速发展的今天,已从医学、农业、工业、环境、食品和生物技术等领域多方面造福于人类的微生物必将担当愈来愈重要的角色。当前,微生物生产也已成为与动物生产、植物生产齐头并进的第三大产业。但据估计,至今开发的微生物仅为已发现微生物总数的1%,还有大量的微生物仍深藏于大自然,等待着人类的开发和利用。

21世纪,人们应采用各种新方法继续开发和利用微生物,从而生产更高质量和更安全的食品;制造其他更为实用的微生物产品,如新型工业用酶;利用微生物降解环境中的污染物与有毒废料;大力发展采用微生物取代玉米发酵制造乙醇能源的新技术,从而既能够解决当今世界能源紧缺问题,同时又减少了对环境的污染和降低了能源的生产成本;以