

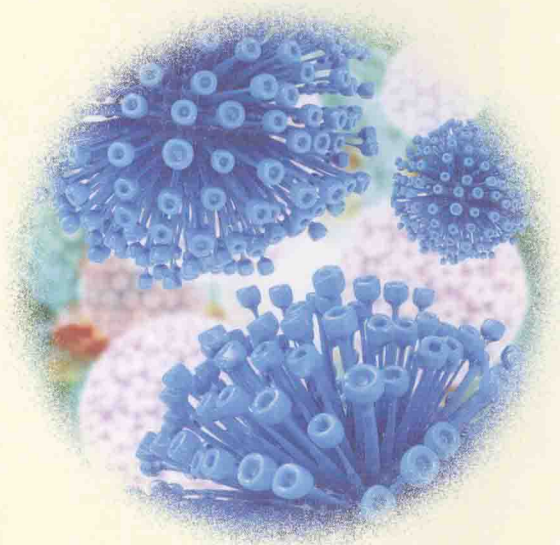
全国普通高等院校
生命科学类“十二五”规划教材



微生物学

王宜磊 方尚玲 刘杰 主编

Microbiology



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

全国普通高等院校生命科学类“十二五”规划教材

微生物学

主 编 王宜磊 方尚玲 刘 杰

副主编 (按姓氏笔画排序)

王伟东 刘仁荣 孙新城 李 梅 李学如
张建新 胡申才 贾建波 程水明 曾小龙

编 委 (按姓氏笔画排序)

王伟东	黑龙江八一农垦大学	李朝霞	盐城工学院
王宜磊	菏泽学院	李景蕻	湖北第二师范学院
毛露甜	惠州学院	宋金柱	哈尔滨工业大学
方尚玲	湖北工业大学	张建新	河南师范大学
朱德全	佳木斯大学	张桂香	济南大学
任莹利	新乡医学院	胡仁火	湖北科技学院
刘 杰	青岛科技大学	胡申才	武汉轻工大学
刘仁荣	江西科技师范大学	贾建波	淮阴工学院
江怀仲	重庆邮电大学	晏 磊	黑龙江八一农垦大学
孙新城	郑州轻工业学院	黄志宏	华侨大学
李 伟	聊城大学东昌学院	程水明	广东石油化工学院
李 梅	天津医科大学	曾小龙	广东第二师范学院
李学如	西南交通大学		

华中科技大学出版社

内 容 简 介

本书是全国普通高等院校生命科学类“十二五”规划教材。

本书的编写根据高等院校的培养目标和教学实际,力求做到科学性强,系统性好,理论联系实际。

本书分为十二章,内容包括微生物的系统结构与功能,微生物的营养、代谢、生长及其控制,遗传和变异,传染和免疫,微生物的分类、鉴定、生态、技术及应用等。

本书适用于生物科学、生物学教育、生物工程、生物技术等专业,也适用于轻工发酵、化工、医学、食品、农林等专业,还可供相关科研与技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

微生物学/王宜磊,方尚玲,刘杰主编. —武汉:华中科技大学出版社,2014.5

ISBN 978-7-5609-9717-9

I. ①微… II. ①王… ②方… ③刘… III. ①微生物学-高等学校-教材 IV. ①Q93



微生物学

王宜磊 方尚玲 刘杰 主编

策划编辑:罗伟

责任编辑:孙基寿

封面设计:刘卉

责任校对:祝菲

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:28.5

字 数:743千字

版 次:2014年8月第1版第1次印刷

定 价:58.00元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国普通高等院校生命科学类“十二五”规划教材 编委会



主任委员

余龙江 华中科技大学教授,生命科学与技术学院副院长,2006—2012 教育部高等学校生物科学与工程教学指导委员会生物工程与生物技术专业教学指导分委员会委员,2013—2017 教育部高等学校生物技术、生物工程类专业教学指导委员会委员

副主任委员(排名不分先后)

胡永红 南京工业大学教授,南京工业大学研究生院副院长

李 钰 哈尔滨工业大学教授,生命科学与技术学院院长

任国栋 河北大学教授,2006—2012 教育部高等学校生物科学与工程教学指导委员会生物学基础课程教学指导分委员会委员,河北大学学术委员会副主任

王宜磊 菏泽学院教授,2013—2017 教育部高等学校大学生物学课程教学指导委员会委员

杨艳燕 湖北大学教授,2006—2012 教育部高等学校生物科学与工程教学指导委员会生物科学专业教学指导分委员会委员

曾小龙 广东第二师范学院教授,副校长,学校教学指导委员会主任

张士瑾 中国海洋大学教授,2006—2012 教育部高等学校生物科学与工程教学指导委员会生物科学专业教学指导分委员会委员

委员(排名不分先后)

陈爱葵	胡仁火	李学如	刘宗柱	施文正	王元秀	张 峰
程水明	胡位荣	李云玲	陆 胤	石海英	王 云	张 恒
仇雪梅	贾建波	李忠芳	罗 充	舒坤贤	韦鹏霄	张建新
崔韶晖	金松恒	梁士楚	马 宏	宋运贤	卫亚红	张丽霞
段永红	李 峰	刘长海	马金友	孙志宏	吴春红	张 龙
范永山	李朝霞	刘德立	马三梅	涂俊铭	肖厚荣	张美玲
方 俊	李充璧	刘凤珠	马 尧	王端好	徐敬明	张彦文
方尚玲	李 华	刘 虹	马正海	王金亭	薛胜平	郑永良
耿丽晶	李景蕻	刘建福	毛露甜	王伟东	闫春财	周 浓
郭晓农	李 梅	刘 杰	聂呈荣	王秀利	杨广笑	朱宝长
韩曜平	李 宁	刘静雯	彭明春	王永飞	于丽杰	朱长俊
侯典云	李先文	刘仁荣	屈长青	王有武	余晓丽	朱德艳
侯义龙	李晓莉	刘忠虎	邵 晨	王玉江	咎丽霞	宗宪春

全国普通高等院校生命科学类“十二五”规划教材 组编院校

(排名不分先后)

北京理工大学	华中科技大学	云南大学
广西大学	华中师范大学	西北农林科技大学
广州大学	暨南大学	中央民族大学
哈尔滨工业大学	首都师范大学	郑州大学
华东师范大学	南京工业大学	新疆大学
重庆邮电大学	湖北大学	青岛科技大学
滨州学院	湖北第二师范学院	青岛农业大学
河南师范大学	湖北工程学院	青岛农业大学海都学院
嘉兴学院	湖北工业大学	山西农业大学
武汉轻工大学	湖北科技学院	陕西科技大学
长春工业大学	湖北师范学院	陕西理工学院
长治学院	湖南农业大学	上海海洋大学
常熟理工学院	湖南文理学院	塔里木大学
大连大学	华侨大学	唐山师范学院
大连工业大学	华中科技大学武昌分校	天津师范大学
大连海洋大学	淮北师范大学	天津医科大学
大连民族学院	淮阴工学院	西北民族大学
大庆师范学院	黄冈师范学院	西南交通大学
佛山科学技术学院	惠州学院	新乡医学院
阜阳师范学院	吉林农业科技学院	信阳师范学院
广东第二师范学院	集美大学	延安大学
广东石油化工学院	济南大学	盐城工学院
广西师范大学	佳木斯大学	云南农业大学
贵州师范大学	江汉大学文理学院	肇庆学院
哈尔滨师范大学	江苏大学	浙江农林大学
合肥学院	江西科技师范大学	浙江师范大学
河北大学	荆楚理工学院	浙江树人大学
河北经贸大学	军事经济学院	浙江中医药大学
河北科技大学	辽东学院	郑州轻工业学院
河南科技大学	辽宁医学院	中国海洋大学
河南科技学院	聊城大学	中南民族大学
河南农业大学	聊城大学东昌学院	重庆工商大学
菏泽学院	牡丹江师范学院	重庆三峡学院
贺州学院	内蒙古民族大学	重庆文理学院
黑龙江八一农垦大学	仲恺农业工程学院	

前 言

微生物学是在细胞、分子或群体水平上研究微生物的形态构造、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,并将其应用于工业发酵、医药卫生、生物工程和环境保护等领域的科学。微生物学的根本任务是发掘、利用、改善和保护有益微生物,控制、消灭或改造有害微生物,所以微生物学是一门应用性很强的学科。

通过本课程的学习,应使学生在全面掌握微生物学基本理论、基础知识和基本技能的基础上,培养分析问题和解决问题的能力,以便更好地适应社会。目标在于:通过课堂理论教学和实验教学,使学生比较系统地掌握微生物的形态结构、营养、生理、代谢、生长方式和生长规律、遗传和变异、传染和免疫、分类和鉴定以及微生物生态学等基础知识;了解微生物学的发展简史与微生物在工业、农业、医学、食品卫生、环境保护和生命科学研究及技术发展中的重要应用;结合实验教学了解和掌握微生物菌种分离和培养、染色和观察、菌种选育、菌种保藏,以及有害微生物控制等基本微生物学实验技术原理和方法,并在科学态度、试验技能、独立操作能力等方面获得训练和提高。使学生能够初步运用所学理论和技能,解决在生产实践和日常生活中与人类密切相关的微生物学问题。在教学中要把精力集中在培养学生分析问题、解决问题的能力上。

本书的编写根据高等院校的培养目标和教学实际,力求做到:科学性强,系统性好,理论联系实际;既注重“三基”(基本理论、基本知识、基本技能),又适当介绍新理论、新知识和新技术;既重点突出、概念精准、结构合理,又注意语言简练、内容简明、图文并茂。本书精选图片 250 余幅,表格 70 余个,具有较强的直观性。本书可作为生物科学、生物工程、生物技术、轻工发酵类专业的教学用书,也可供医学、食品、农林等专业师生参考使用。

参与本书编写的教师多是长期从事微生物教学和科研、具有丰富教学实践经验的教授、博士,既有教育部教指委委员和教学名师,又有年富力强的青年骨干教师。编写工作具体分工如下:第一章由王宜磊编写,第二章由宋金柱、曾小龙、孙新城编写,第三章由张桂香、李学如、方尚玲编写,第四章由李梅、朱德全编写,第五章由孙新城、胡仁火编写,第六章由胡申才、李朝霞编写,第七章由贾建波、李伟、方尚玲编写,第八章由程水明、李景蕙编写,第九章由张建新、黄志宏、刘杰编写,第十章由刘仁荣、毛露甜编写,第十一章由刘杰、晏磊、黄志宏编写,第十二章由江怀仲、任莹利、王伟东编写。最后在多次讨论修改的基础上,由王宜磊(第一、二、五、十章)、方尚玲(第三、四、六、七章)和刘杰(第八、九、十一、十二章)三位主编完成初步统稿工作,最后由王宜磊负责全书的统稿、定稿工作。

本书在编写过程中,得到了参编院校领导和同事的关心和支持,得到了国家精品课程和国

家教学团队负责人、国家教指委委员、华中科技大学生命科学与技术学院余龙江教授的指导和支持,并得到了华中科技大学出版社领导的大力支持,在此表示由衷的感谢。书中引自参考文献的部分照片和图表,未在书中详细注明,对原作者的辛勤工作表示诚挚谢意!

限于编者水平有限,时间仓促,书中可能存在疏漏和不当之处,敬请同行、广大师生和读者指正。

编 者

目 录

第一章	绪论	/1
第二章	原核微生物	/12
第一节	细菌	/13
第二节	放线菌	/51
第三节	其他原核微生物	/55
第三章	真核微生物	/66
第一节	酵母菌	/67
第二节	霉菌	/88
第三节	大型真菌——蕈菌	/116
第四节	原核微生物与真核微生物的比较	/118
第四章	病毒	/124
第一节	病毒的形态结构和化学组成	/124
第二节	病毒的增殖	/130
第三节	常见病毒简介	/138
第四节	亚病毒	/146
第五章	微生物的营养	/151
第一节	微生物的营养物质	/151
第二节	培养基	/170
第六章	微生物的新陈代谢	/182
第一节	微生物的产能代谢	/182
第二节	葡萄糖的发酵作用	/193
第三节	微生物的合成代谢	/205
第四节	微生物的代谢调控与发酵生产应用	/217
第七章	微生物的生长及其控制	/223
第一节	微生物生长的研究方法	/223
第二节	微生物的生长	/231

第三节 环境因素对微生物生长的影响 /239

第八章 微生物的遗传和变异 /260

第一节 遗传变异的物质基础 /261

第二节 微生物的突变 /272

第三节 微生物的基因重组 /282

第四节 微生物育种 /292

第五节 菌种的衰退、复壮和保藏 /298

第九章 微生物生态 /307

第一节 微生物在自然界中的分布 /307

第二节 微生物的生物环境 /315

第三节 微生物在自然界物质循环中的作用 /324

第十章 传染与免疫 /331

第一节 传染病的发生 /332

第二节 抗原 /337

第三节 非特异性免疫 /340

第四节 免疫系统 /346

第五节 特异性免疫 /356

第六节 免疫学知识的应用 /360

第七节 变态反应 /369

第十一章 微生物的进化、分类和鉴定 /375

第一节 微生物的进化及在生物界的地位 /376

第二节 微生物的分类单元与命名 /383

第三节 微生物的分类系统 /387

第四节 微生物的分类、鉴定方法 /404

第十二章 微生物技术的应用 /420

第一节 微生物技术概览 /420

第二节 微生物的应用 /423

参考文献 /442

第一章

绪论



学海导航

了解微生物学的研究对象和发展简史;理解微生物和微生物学的概念;掌握微生物的常见类群、分类地位、特点及微生物的作用;激发培养学生学习微生物学的兴趣。

重点:微生物的概念和特点。

难点:微生物的特点。

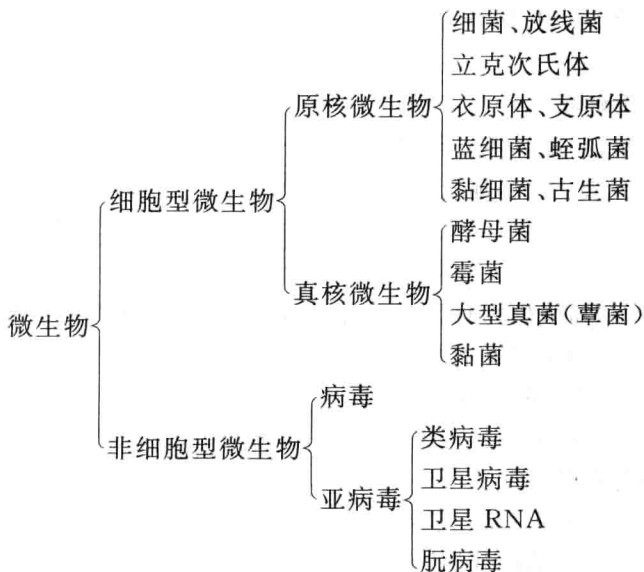
一、微生物学的研究目的

微生物与人类的关系十分密切:一方面,部分微生物可给人类带来毁灭性的疾病和危害;另一方面,大多数微生物对人类是无害的,甚至是有益的。正确使用微生物这把“双刃剑”,开发利用有益微生物,控制改造有害微生物,造福于人类正是我们学习和应用微生物学的目的。

(一) 微生物的概念与类群

微生物(microorganism, microbe)是一大群形体(体积)微小、结构简单、肉眼看不见(或看不清楚)的单细胞、多细胞,甚至无细胞结构的低等生物的总称。

微生物的主要类群概括如下:



(二) 微生物的特点

微生物和其他生物一样具有新陈代谢等生物的基本特征,但微生物也有其自身的特点。

1. 体积微小,表面积大

微生物的个体极其微小,必须借助光学显微镜或电子显微镜才能观察到它们。测量其大小通常以微米(μm)或纳米(nm)为单位,微生物本身具有极为巨大的比表面积,小体积大面积必然有一个巨大的营养物质的吸收面,代谢废物的排泄面和环境信息的接触面,这对于微生物与环境之间进行物质、能量和信息的交换极为有利。当然也有体积较大的微生物存在,如担子菌等大型真菌,其子实体较大。

$$\left. \begin{array}{l} \text{表面积/体积} \\ \text{人} = 0.3 \\ \text{鸡蛋} = 1.5 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{乳酸菌} = 120000, \text{大肠杆菌} = 300000 \end{array}$$

微生物和动植物相比,结构简单,大多为单细胞个体,少数是简单的多细胞个体;病毒和亚病毒则是没有细胞结构的大分子生物体。

2. 代谢旺盛,类型多样

微生物代谢旺盛,主要表现在吸收营养物质多,物质转化快这两个方面。大肠杆菌每小时可消耗达自身重量 2000 倍的糖类,乳酸细菌每小时吸收的营养物质达自身重量的 100 多倍,人类每小时吸收营养物质的量不及自身重量的 0.3%。乳酸细菌每小时可产生达自身重量 1000 倍的乳酸,产原假丝酵母(*candida utilis*)合成蛋白质的能力是大豆的 100 倍,是肉用公牛的 1000000 倍。这些特性为微生物的高速生长繁殖和合成大量代谢产物提供了充分的物质基础,也使微生物获得了“活的化工厂”的美名。

微生物的代谢类型多样,这是其他生物不可比拟的。微生物能利用的营养基质十分广泛,几乎能分解地球上的一切有机物质,许多动植物不能利用甚至对其他生物有毒的物质,微生物也可以利用。微生物有多种产能方式,有的可以分解有机物获能,有的可以氧化无机物获能,有的能利用光能进行光合作用,有的能固定分子态氮,有的能利用复杂有机氮化物。微生物的代谢产物更是多种多样的,氨基酸、蛋白质、糖类、核苷酸、核酸、脂肪、脂肪酸、抗生素、维生素、色素、生物碱、二氧化碳、 H_2O 、 H_2S 等都可以是微生物的代谢产物,仅抗生素就已发现 9000 多种。

3. 繁殖快速,易于培养

微生物繁殖速度极快,如果各方面的条件都合适,大肠杆菌每 12.5~20 min 分裂一次,按 20 min 来算,则 24 h 分裂 72 次,那么 1 个菌体就会产生 2^{72} 个(即 4722366500 万亿个),重达 4722000 kg;酵母菌每 2 h 分裂一次,12 h 时可收获一次,一年可收获数百次,这也是其他动植物无法比拟的。

微生物的培养较容易,微生物对营养条件、温度、pH 值等没有苛刻要求,能在常温、常压及中性条件下,利用简单的无机和有机营养物质,甚至工农业生产的下脚料或废弃物生长繁殖,积累代谢产物。这在微生物的研究和应用上极为有利,可以使用廉价的原料,利用简单的设备,在不需催化剂的条件下,生产出无毒且成本低廉的食品、医药和化工产品。

4. 适应性强,容易变异

(1) 适应性强 微生物有极其灵活的适应性。为了适应多变的环境条件,微生物在长期的进化过程中产生了许多灵活的代谢调控机制,可以使其适应恶劣的极端环境。①耐热:某些

硫细菌能在 90 °C 温泉中甚至 250~300 °C 的海底火山口附近生活。②耐寒:极端嗜冷微生物能在常年冰封的两极生活;一般微生物都能耐受 -196 °C(液氮)及 -253 °C(液氢)的低温,保藏菌种正是利用了微生物耐冷的特性。③耐盐:盐生盐杆菌等嗜盐细菌能在 32% 的饱和食盐水中生长繁殖。④耐干:芽孢杆菌在干燥条件下可存活几十年、几百年甚至几千年。⑤耐酸:氧化硫硫杆菌能在 5%~10% 的硫酸中生长。⑥耐碱:脱氮硫杆菌能在 pH 10.7 的碱液中生长。⑦耐压:地球大洋最深处在关岛附近的马里亚纳海沟,水深 11034 米,静水压 1103.4 个大气压,仍有细菌生活。

(2) 容易变异 微生物细胞体系简单,多为单细胞,与外界直接接触,受到外界理化因素影响后,细胞内的遗传物质容易发生变化,很快就会使细胞的遗传性状发生变化,且可稳定地繁殖后代;由于微生物数量多,繁殖快,故能使其产生大量的变异后代。微生物容易变异的特性已经成为许多科学家的研究目标和工具,微生物诱变育种就是典型的例子。青霉素是由产黄青霉产生的,1943 年每毫升发酵液只能产生 20 U 青霉素,经过多年的选育,目前已达 100000 U。另外,菌类的抗药性也说明了变异的存在,原来严重感染的患者每天只要 100000 U 的青霉素即可控制感染,而现在则需要 8000000 U。

5. 分布广泛,种类繁多

微生物在自然界分布极为广泛。土壤中,海洋内,河流里,空气中,高山上,岩石内到处都有微生物,人们用地球物理火箭从距地球表面 85 km 的空中找到了微生物,在万米深的海底也找到了微生物,在 427 m 的沉积岩心中找到了活的细菌。

微生物的种类繁多。目前已发现的微生物约有 15 万种,据估计,这还只占微生物总量的 5%~10%,现在正以每年发现几百至上千个新种的速度在增加。我们有理由相信,随着分离和培养微生物方法的改进,随着研究的不断深入,更多的微生物新种将会不断被发现,总有一天微生物的总数会超过动植物数量的总和。

(三) 微生物的分类

1. 二界系统 在发现和研究微生物之前,瑞典博物学家林奈(Carolus Linnaeus,1735)进行了生物分类工作,他以生物能否进行光合作用、是否运动、有无细胞壁为标准提出了二界系统,将所有的生物分为植物界和动物界。

2. 三界系统 随着人们对生物认识的逐步深入,发现许多细菌既具有细胞壁,又能进行光合作用,还能运动,将它们归于植物界或动物界均不合适。德国动物学家海克尔(E. H. Haeckel,1866)将原生生物另立为界,提出三界系统,将生物分为原生生物界、植物界和动物界。

3. 四界系统 考柏兰(H. F. Copeland,1938)将原核生物另立为一界,提出了四界系统,即动物界、植物界、原始有核界、原核生物界。

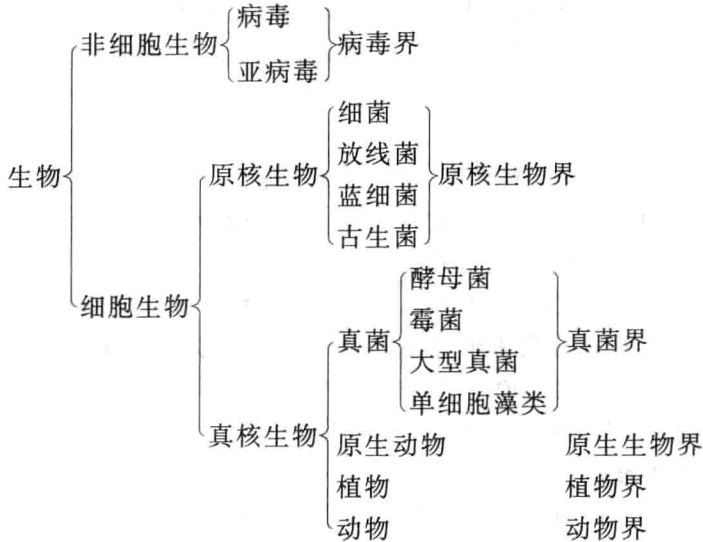
4. 五界系统 魏塔克(R. H. Whittaker,1969)根据细胞结构的复杂程度及营养方式,将真菌从植物界中分出另立为界,提出了五界系统:原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。

5. 六界系统 我国学者王大耜(1977)等在魏塔克五界系统的基础上提出六界分类系统:在五界系统基础上增加了病毒界。

6. 三域学说 1978 年美国伊利诺斯大学的伍斯(C. R. Woese)等人对大量微生物和其他生物进行了 16S rRNA 和 18S rRNA 的寡核苷酸测序,并比较其同源性水平后提出三域学

说:细菌域、古生菌域、真核生物域。

从上面的分类系统中可以看出,微生物在生物界中占有十分重要的地位。生物的分类概况如下:



二、微生物学及其分科

1. 微生物学及其研究内容

微生物学是研究微生物及其生命活动规律和应用的学科;研究内容涉及微生物在群体、细胞或分子水平上的形态结构、分类、生理、遗传变异、代谢、生态、免疫以及微生物在工、农、医药、卫生、环保、生物工程等方面的应用。

2. 微生物学的任务

微生物学是研究微生物及其生命活动规律,以及它们与人类关系的一门学科,它的根本任务是发掘微生物资源,充分利用和改善有益微生物;控制、消灭或改造有害微生物,消除其有害影响,更好地造福人类。

3. 微生物学的分支学科

根据研究对象与任务的不同,微生物学形成了许多分支学科。

(1) 着重研究基本理论的有普通微生物学、微生物形态学、微生物分类学、微生物生理学、微生物生物化学、微生物遗传学、微生物生态学、分子微生物学等。

(2) 着重应用性研究的有应用微生物学、工业微生物学、农业微生物学、植物病理学、医学微生物学、药用微生物学、兽医微生物学、抗生素学、食品微生物学、酿造学、乳品微生物学、石油微生物学、海洋微生物学、地质微生物学、土壤微生物学。

(3) 根据研究对象分为细菌学、真菌学、病毒学、噬菌体学、原生动物学、藻类学、支原体学、自养菌生物学、厌氧菌生物学。

(4) 根据生态环境分为土壤微生物学、海洋微生物学、环境微生物学、宇宙微生物学、水微生物学。

(5) 着重实验性研究的为实验微生物学、微生物实验技术。

(6) 与其他学科交叉的是分析微生物学、化学微生物学、微生物化学分类学、微生物数值

分类学、微生物地球化学。

三、微生物学的发展

(一) 我国古代人民对微生物的认识和利用

我国人民在距今 8000—4500 年间发明了制曲酿酒工艺,在 2500 年前的春秋战国时期已会制酱和制醋,宋代已采用曲母进行接种,并会制造红曲;900 年前利用自养细菌的胆水浸铜法生产铜,在 2000 年前发现豆科植物的根瘤有增产作用,在宋代还创造了以毒攻毒的免疫学方法,最早发明用人痘来预防天花,比英国的琴纳 (Jenner,1796)早半个多世纪。华佗去腐肉以防传染也是免疫学知识的早期应用。

我国制曲酿酒具有闻名世界的四大特点:历史悠久、工艺独特、经验丰富、品种多样。另外,食用菌栽培为我国首创,用盐腌、糖渍、烟熏、风干等方法保存食品很早就得到了广泛应用。

(二) 微生物的发现和微生物学的发展

1. 微生物的发现

由于微生物个体微小,形态结构不易观察;且在自然界中杂居混生,在未分出纯种前,很难知道各种微生物对自然界和人类的真正作用;微生物世界是一个难以认识的世界;当人们对微生物世界处于无知状态时,表现为“视而不见,嗅而不闻,触而不觉,食而不察,得其益而不感其好,受其害而不知其恶”。

荷兰人安东·列文虎克 (Antony Leeuwenhoek, 1632—1723) (图 1-1) 1676 年最早发现微生物,他一生制作了 419 架显微镜,放大率在 50~300 倍,用其观察了雨水、污水、污泥、牙垢、精子、红细胞,发现了球形、杆形、螺旋形的细菌,并绘成了图 (图 1-2) 寄给英国皇家学会。



图 1-1 列文虎克

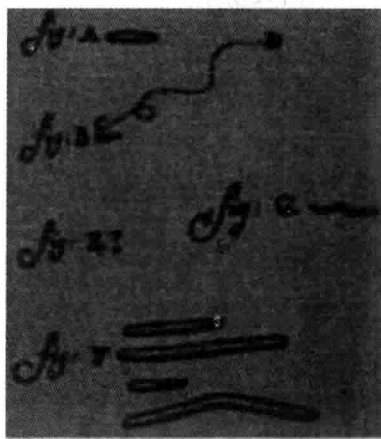


图 1-2 列文虎克绘制的口腔细菌

2. 微生物学的创立

自列文虎克发现微生物世界以后的 200 年间,微生物学的研究基本上停留在形态描述和分类工作方面,未能将其形态与生理活动及人类生产实践联系起来。直到微生物学杰出奠基人法国的路易·巴斯德 (Louis Pasteur) 和德国的罗伯特·科赫 (Robert Koch) 的出现,才改变了这种状态。

(1) 巴斯德 (1822—1895) (图 1-3) 的主要贡献 ① 否定了自然发生说 (巴斯德在前人工作

的基础上,进行了许多试验,其中著名的曲颈瓶实验(图 1-4)无可辩驳地证实,生命只能来自于生命的胚种;彻底否定了“自生学说”)。②发酵由微生物引起(酒精发酵)。③传染病是由病原菌引起的(建立了病原学说)。④提出了预防接种措施,并研究出了多种菌苗(炭疽、鸡霍乱、狂犬病)。⑤发明了巴氏消毒法(60~65 °C 做短时间的加热处理,杀死有害微生物)。



图 1-3 巴斯德

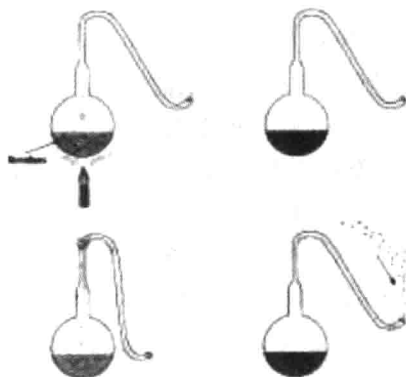


图 1-4 巴斯德的曲颈瓶实验

(2) 科赫(1843—1910)(图 1-5)的主要贡献 科赫发明了明胶固体培养基,发明了细菌染色方法,分离到了多种病原菌(炭疽杆菌、结核分枝杆菌、霍乱弧菌),提出了科赫定理: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,并能进行提纯培养;③分离到的纯培养物接种到敏感动物身上,必然出现特有的疾病症状。

(3) 贝依林克(M. Beijerinck)的主要贡献 提出了自养型微生物和土壤中微生物的研究方法,奠定了土壤微生物学基础。

(4) 伊凡诺夫斯基(Ivanowsky)(图 1-6)的主要贡献 1892 年最早发现了病毒(烟草花叶病毒),奠定了病毒学的基础。



图 1-5 细菌学的奠基人——科赫



图 1-6 伊凡诺夫斯基

(5) 梅契尼可夫(Metchnioff)的主要贡献 1884 年发现了白细胞的吞噬作用。

3. 现代微生物学的发展

(1) 传染病和免疫学的独立研究 以防病治病为目的所进行的应用性研究。

(2) 微生物学与生物化学的结合 生产出了乙醇、丙酮、乳酸、甘油和其他有机酸、蛋白质、油脂等微生物产品。

(3) 微生物学与遗传学的结合 ①1941年比德耳(Beadle)和塔图姆(Tatum)提出了“一个基因一个酶”学说,并使链孢霉成为遗传研究的材料之一。②1928年格里菲斯(Griffith)发现了细菌的转化现象(肺炎链球菌),并且埃弗雷(Avery)在1944年证明了脱氧核糖核酸为转化因子,由此发现了遗传物质的化学本质。③1953年沃森(Watson)和克里克(Crick)提出了脱氧核糖核酸分子的双螺旋结构模型和半保留复制假说。④1946年莱德伯格(Lederberg)和塔图姆(Tatum)发现了细菌的接合现象,并且发现了F因子和Hfr菌株。⑤1952年辛德和莱德伯格发现了转导作用,并找到了转导的载体是噬菌体。⑥1952年和1961年莫诺和雅各布提出了操纵子学说,1961年尼伦伯格提出了遗传密码的理论,从而使遗传信息转录、翻译和表达得到了阐明。⑦1963年,莫诺又提出了调节酶的变构理论,使分子生物学更快地成长起来。

4. 我国微生物学的简况

解放前我国微生物学研究力量薄弱,没有专门的教学与科研机构。新中国成立后,微生物学和其他学科一样迅速发展起来,建立起专门的微生物学研究机构,部分院校开设了微生物学专业,培养了大批微生物学人才。

在微生物学的基础理论研究和应用方面,我国科学工作者做了大量工作,取得了一些重要成果。如在微生物分类、代谢、遗传育种、菌种筛选与保藏、微生物资源开发等领域均取得了较大成绩。菌种选育与保藏工作成绩显著,利用代谢调控理论、原生质体融合、基因工程等新理论、新技术选育出许多优质高产菌株;目前我国保藏的菌种有20000多株。基因工程菌的构建已达到世界先进水平。1981年细菌和酵母菌表达乙肝病毒表面抗原基因获得成功,并成功生产出了基因工程疫苗;1983年,大肠杆菌表达胰岛素获得成功;1987年大肠杆菌表达干扰素获得成功。部分微生物的全基因组测序已经完成。我国幅员辽阔,大环境多变,小环境多样,微生物资源极其丰富,为我国微生物分类学研究创造了得天独厚的条件,我国在放线菌、细菌、真菌的系统分类和区系调查方面做了大量工作,取得了一系列成果。

微生物学在工业、农业、医药学等应用方面成绩更为突出。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好的基础,抗生素的产量居世界首位,远销世界各国。近年来我国在发酵工艺优化和创新方面取得了一系列成果,一步发酵法生产维生素C和十五碳二元酸生产新工艺达世界先进水平。利用发酵法生产酶制剂、进行石油脱蜡,利用微生物法进行石油和天然气勘探,利用细菌进行湿法冶金,利用微生物处理三废均取得了较好效果;利用苏云金杆菌制剂、白僵菌制剂等微生物农药防治农林害虫,利用球形芽孢杆菌制剂防治蚊子幼虫也已得到了较广泛的应用。农用抗生素推广和微生物肥料的开发利用促进了农业的发展。我国抗生素和生物制品的研究和应用发展迅速,许多烈性传染病均得到了有效的控制。

(三) 微生物学的未来

微生物学已经深刻地影响了人类社会。21世纪是生物学的世纪,更确切地说,21世纪是微生物的世纪,因为任何高精尖的生物学技术研究都离不开微生物。

1. 微生物基因组和后基因组研究将更全面展开

基因组学包括全基因组的序列分析、功能分析和比较分析,是结构、功能和进化基因组学交织的学科领域。目前已完成200多种模式微生物、病原微生物和特殊微生物的序列测定,为从本质上认识微生物奠定了坚实的基础;今后,人们将把研究视野扩展到与工农业和环境有关的应用型微生物,研究其基因组和细胞之间的关系,采用生物信息学方法来分析基因组及其功

能,并深入到蛋白质组学的研究,这些必将成为更好地利用和改造微生物不可缺少的条件。

2. 微生物生态学研究将获得长足发展

微生物生态学是研究微生物之间、微生物与其他生物之间及微生物与环境之间相互关系的学科。在基因组学的基础上,人们应深入了解微生物与高等生物之间的相互关系(改善植物、家禽和人类的健康状况)、与环境的相互关系(利用微生物解决环境污染问题),微生物细胞之间及微生物与其他生物细胞和环境之间如何进行信号传递等也是人们研究的热点问题。

3. 微生物多样性的研究将更加广泛深入地开展

微生物形态和细胞显微结构有明显的多样性,不同菌细胞壁的化学组成和结构明显不同;微生物代谢类型、代谢产物多种多样,能利用的基质差异很大;微生物携带遗传信息的物质及其方式多种多样,繁殖方式各不相同,RNA病毒和朊病毒都不遵守“脱氧核糖核酸-RNA-蛋白质”的中心法则。微生物具有极强的抗极端环境的能力,这也充分显示了微生物的抗性多样性。微生物为何这样特殊?其深层次的机制是什么?这些问题都有待进一步研究。

4. 微生物与新产品开发

基因工程药物的生产,未来可能会生产出疾病控制的药物,关闭相关基因,达到治病的目的;超级菌的研发能带来环保工业的革命;将来会出现能降解石油、塑料、农药的超级菌。

知识链接

未培养微生物

未培养微生物(uncultured microorganisms)是在常规培养基上不能生长繁殖(现有的培养技术不能在体外培养),而在自然界客观存在的微生物。人们认为,目前在实验室里所能培养的微生物还不到自然界存在微生物的1%。研究未培养微生物的意义在于这些不可培养的微生物占了生态环境的绝大部分,在人类活动中起了非常大的作用,是生态系统不可忽略的一个重要组成。不可培养是一个相对概念,随着技术发展和对微生物习性的掌握,不可培养的细菌将变得可以培养,而且从理论上讲,所有的微生物既然在特定环境中存在,那么就一定可以培养出来。目前研究不可培养微生物主要是从环境中直接提出样品DNA后进行PCR,之后测序,比对序列后确定其种类。社会是进步的,最初认为人体肠道是无菌的,那是因为当时培养不出细菌来,后来技术进步了就知道人体肠道不是那么“干净”;人们曾经认为幽门螺杆菌是不可培养的,后来培养出来了,它也就成了可培养的了。人们发现将霍乱弧菌和大肠埃希氏杆菌(简称大肠杆菌)转到不含营养物质的盐水中,经长时间的低温保存,细菌会进入一种数量不减、有代谢活力,但在常规实验室培养条件下不能生长而形成菌落的状态,称为活的但不能培养状态。

近年来,一些学者突破传统观念,在培养未培养微生物的技术上有了新的突破。这些技术包括如下几点。①在基本培养基中加入非传统的生长底物促进新型微生物的生长,发现了一些新生理型微生物。例如:从海底沉积物中分离到一种新化能无机自养细菌——*Desulfotignum phosphitoxidans*;从澳大利亚金矿中分离到一种新的化能无机自养菌NT-26。②采用营养成分贫乏的培养基,其养分浓度是常规培养基的1%。例如,以补充磷酸盐、铵盐和有机碳源的海水为培养基,发现北美西海岸海域的浮游细菌(SAR II)占该海域表层和亚透光层微生物群体的50%和25%,并确定SAR II是属于 α -变形杆菌的一个新的分支。③采用新颖的培养方法,模拟天然环境,以流动方式供应培养液,使