



全国高等师范专科学校教材

微生物学

林梦藻 主编

东北师范大学出版社

微 生 物 学
WEISHENGWU XU
林梦藻 主编

责任编辑: 郝景江 封面设计: 李冰彬 责任校对: 黄乃珍

东北师范大学出版社出版	吉林省新华书店发行
(长春市斯大林大街 110 号)	吉林铁路印刷厂制版
(邮政编码: 130024)	吉林铁路印刷厂印刷

开本: 850×1168 毫米 1/32	1990年6月第1版
印张: 10	1990年6月第1次印刷
字数: 250 千	印数: 0 001-5 000 册

ISBN 7-5602-0403-1/Q·9 (压膜) 定价: 2.60 元

前 言

微生物学是高等师范专科学校生物专业的主要专业基础课。本课的教学旨在使学生获得微生物学方面的基础理论、基本知识和基本技能，树立辩证唯物主义观点和热爱科学、热爱劳动、热爱中学教学的思想，着力培养学生分析问题的能力，以适应教育改革，实施九年制义务教育对中生物课师资的迫切需要。

本教材是根据国家教育委员会1988年7月在吉林省长春市东北师范大学召开的全国二年制师专教材编写出版规划会议的决定，按照国家教育委员会1988年审定、颁发的高等师范专科学校二年制《微生物学教学大纲》内容和要求编写的。

本书共10章，在编写过程中努力做到反映以下特点：①完全根据新大纲系统编排，内容更适合师范专科学校的要求；②抓住基础，把准概念，科学性强，系统性较好；③内容丰富，取材较新，重点突出，注意少而精；④适当介绍最新科学成果，注意联系生产实际。

为了便于学生自学和复习，每章末均附有复习思考题。本书是全国高等师范专科学校二年制使用的教材，也可供其他有关专业参考。

本书主编为福建省宁德师范专科学校林梦藻副教授，副主编为湖北省黄冈师范专科学校王宝林和湖南省湖南大学邵阳分校张士祥副教授。编写分工是：绪论、第七章、第十章由林梦藻执笔；第一章、第二章由哈尔滨师范专科学校董少青和湖南大学邵阳分校彭春明执笔；第三章、第四章、第五章和第八章由王宝林

执笔；第六章由河北省衡水师范专科学校武连生执笔；第九章由湖南大学邵阳分校张士祥执笔。本书承蒙东北师范大学生物系杨靖春副教授主审。魏民为本书绘制了部分插图。

由于编者水平有限，书中不当之处在所难免，敬请专家和广大师生批评指正。

编 者

1989年12月

目 录

绪 论	(1)
第一节 微生物学的研究对象和任务	(1)
一、微生物学的研究对象	(1)
二、微生物学的任务	(2)
第二节 微生物学的发展	(5)
一、我国古代人民对微生物的认识和利用	(6)
二、微生物的发现	(6)
三、微生物学的奠基	(7)
四、现代微生物学的发展	(8)
复习思考题	(10)
第一章 原核微生物	(11)
第一节 细 菌	(11)
一、细菌的基本形态和大小	(11)
二、细菌的细胞结构	(14)
三、细菌的群体形态	(28)
四、细菌的繁殖方式	(29)
五、细菌的分类	(30)
第二节 放线菌	(39)
一、放线菌与生活生产的关系	(39)
二、放线菌的形态结构	(40)
三、放线菌的菌落特征	(41)
四、放线菌的繁殖方式	(41)

五、放线菌的代表属	(43)
第三节 其他原核微生物	(44)
一、立克次氏体	(44)
二、支原体	(44)
三、衣原体	(46)
四、蓝细菌	(46)
复习思考题	(47)
第二章 真核微生物	(48)
第一节 酵母菌	(48)
一、酵母菌的概念	(48)
二、酵母菌的形态结构	(49)
三、酵母菌的菌落特征	(51)
四、酵母菌的繁殖方式	(51)
第二节 霉菌	(53)
一、霉菌的概念	(53)
二、霉菌的形态结构	(53)
三、霉菌的菌落特征	(55)
四、霉菌的繁殖方式	(55)
五、真核微生物与原核微生物的比较	(63)
第三节 食用真菌	(65)
一、食用真菌概念	(65)
二、食用真菌的形态和生活史	(65)
三、食用真菌人工栽培的一般方法	(66)
复习思考题	(73)
第三章 非细胞型生物——病毒	(74)
第一节 病毒的形态结构	(74)
一、病毒的大小	(74)
二、病毒的形态	(76)

三、病毒的结构·····	(77)
四、包涵体·····	(81)
五、病毒的化学组成·····	(83)
第二节 病毒的繁殖·····	(85)
一、病毒复制过程·····	(85)
二、溶原性·····	(94)
三、一步生长曲线·····	(97)
第三节 病毒的种类与分类·····	(99)
一、病毒的种类·····	(99)
二、病毒的分类·····	(103)
第四节 类病毒·····	(110)
复习思考题·····	(112)
第四章 微生物的营养·····	(113)
(第一节 微生物的营养物质·····	(113)
一、微生物的营养需要·····	(113)
二、营养物质及其功用·····	(113)
第二节 微生物的营养类型·····	(116)
一、光能自养型微生物·····	(117)
二、光能异养型微生物·····	(117)
三、化能自养型微生物·····	(117)
四、化能异养型微生物·····	(118)
第三节 微生物对营养物质的吸收·····	(119)
一、单纯扩散·····	(119)
二、促进扩散·····	(120)
三、主动运输·····	(121)
四、基团转位·····	(122)
第四节 培养基·····	(124)
一、配制培养基的原则·····	(124)

二、培养基的种类及其应用·····	(126)
复习思考题·····	(128)
第五章 微生物的代谢 ·····	(129)
第一节 微生物对自然界有机物的分解·····	(129)
一、纤维素的分解·····	(130)
二、淀粉的分解·····	(130)
三、果胶质的分解·····	(131)
四、木质素及芳香族化合物的分解·····	(131)
五、蛋白质的分解·····	(132)
六、氨基酸的分解·····	(132)
七、农药的分解·····	(134)
第二节 异养微生物的产能代谢——发酵与呼吸·····	(134)
一、发 酵·····	(135)
二、呼 吸·····	(142)
第三节 自养微生物的产能代谢·····	(147)
一、光能自养微生物的产能代谢·····	(147)
二、化能自养微生物的产能代谢·····	(150)
第四节 生物固氮·····	(153)
一、固氮微生物·····	(154)
二、固氮作用的机理·····	(156)
第五节 微生物的合成代谢能量消耗和代谢调节·····	(158)
一、微生物的合成代谢·····	(158)
二、微生物的能量消耗·····	(167)
三、微生物的代谢调节·····	(168)
复习思考题·····	(173)
第六章 微生物的生长 ·····	(174)
第一节 微生物纯培养的生长·····	(174)
一、纯培养的概念和分离方法·····	(174)

二、细菌的个体生长·····	(175)
三、细菌的群体生长·····	(180)
第二节 影响微生物生长的环境因素·····	(185)
一、物理因子对微生物生长的影响·····	(185)
二、化学因子对微生物生长的影响·····	(186)
第三节 抑菌、灭菌和化学治疗·····	(188)
一、抑菌灭菌的物理因子·····	(189)
二、抑菌灭菌的化学因子·····	(191)
三、化学治疗剂对微生物的作用·····	(192)
复习思考题·····	(194)
第七章 微生物的遗传变异·····	(196)
第一节 微生物的突变·····	(196)
一、微生物突变体的主要类型·····	(196)
二、抗性突变的变量试验和影印培养实验·····	(197)
三、突变是DNA分子碱基对发生变化的结果·····	(199)
第二节 细菌的基因重组·····	(206)
一、转 化·····	(207)
二、接 合·····	(209)
三、转 导·····	(212)
四、溶原转变·····	(214)
五、细菌基因转移方式的比较·····	(215)
第三节 诱变育种·····	(216)
一、诱变育种的一般方法·····	(216)
二、营养缺陷型的筛选·····	(221)
第四节 菌种保藏·····	(224)
一、低温保藏法·····	(224)
二、隔绝空气保藏法·····	(224)
三、干燥保藏法·····	(225)

复习思考题	(226)
第八章 微生物的生态	(227)
第一节 微生物在自然界的分布	(227)
一、土壤中的微生物	(227)
二、水体中的微生物	(228)
三、空气中的微生物	(231)
四、粮食和食品中的微生物	(232)
五、正常人体及动植物体上的微生物	(233)
第二节 微生物在自然界物质循环和污水处理	
中的作用	(234)
一、微生物在自然界物质循环中的作用	(234)
二、微生物在污水处理中的作用	(237)
第三节 微生物的生物环境	(239)
一、互生关系	(239)
二、共生关系	(240)
三、竞争关系	(242)
四、拮抗关系	(242)
五、寄生关系	(242)
六、猎食关系	(243)
复习思考题	(243)
第九章 传染与免疫	(244)
第一节 细菌性传染	(245)
一、细菌性传染的机制	(245)
二、环境因素对细菌传染的影响	(249)
第二节 抗 原	(250)
一、抗原的性质	(250)
二、微生物的抗原结构	(254)
第三节 非特异性免疫	(255)

一、皮肤与粘膜.....	(255)
二、血脑屏障和胎盘屏障.....	(256)
三、吞噬细胞.....	(256)
四、正常体液中的抗微生物因素.....	(259)
第四节 特异性免疫.....	(264)
一、特异性免疫的组织学基础.....	(264)
二、特异性体液免疫.....	(269)
三、特异性细胞免疫.....	(275)
四、特异性免疫的获得方式.....	(276)
五、各类免疫反应的相互关系.....	(276)
第五节 免疫学的应用.....	(278)
一、生物制品.....	(278)
二、血清学反应.....	(279)
第六节 变态反应.....	(286)
一、变态反应的概念.....	(286)
二、变态反应的类型和举例.....	(286)
复习思考题.....	(288)
第十章 微生物在工农业生产中的应用.....	(289)
第一节 微生物在农业生产中的应用.....	(289)
一、微生物与土壤的生物活性.....	(289)
二、微生物肥料.....	(290)
三、微生物发酵在饲料加工中的应用.....	(292)
四、农用抗菌素.....	(292)
五、微生物农药.....	(293)
第二节 微生物在工业中的应用.....	(295)
一、微生物在饮料生产中的应用.....	(295)
二、微生物在食品生产中的应用.....	(298)
三、微生物在有机酸生产中的应用.....	(300)

四、微生物在氨基酸生产中的应用.....	(301)
五、微生物酶制剂在生产中的应用.....	(303)
六、微生物在医用抗生素生产中的应用.....	(306)
复习思考题.....	(308)

绪 论

第一节 微生物学的研究对象和任务

一、微生物学的研究对象

(一) 微生物学及其主要类群

微生物 (Microorganism) 是所有形体微小,单细胞或虽为多细胞,但个体结构较为简单,甚至没有细胞结构的,一般无法用肉眼直接观察,须借助光学显微镜或电子显微镜才能看清它们外形的低等生物的统称。它们广泛分布于土壤、空气、水域和动植物体以及人体内外。在自然界中,微生物种类繁多,目前已知的大约十万种以上,如没有细胞结构的病毒(包括噬菌体),单细胞的细菌、放线菌、立克次氏体、支原体、衣原体;属于真菌的酵母菌、霉菌或单细胞的藻类以及原生动物等均属微生物。研究这些微生物的生命活动及其与周围环境相互关系的科学称为微生物学 (microbiology)。本书是基础微生物学,在以细菌为主要研究对象的基础上,还阐述其他各类微生物的基础知识、基本理论和基本的科学实验方法等。所以,微生物学是一门既研究基础理论,又研究实践应用的科学。

(二) 微生物在生物界的分类地位

在早年一个很长的历史时期里,人们把极端多样性的生物自然界里的所有生物划分为植物界和动物界。但微生物则往往兼具植物和动物的性质,虽然从总的来看其性质更接近于植物,而

随着对微生物认识的不断深化,某些既像植物又像动物的中间类型的微生物就难于归属,于是,1969年魏塔克(R. Whittaker)提出五界系统,即把所有的生物分为原核生物界(包括细菌和蓝藻)、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。1979年,我国学者提议将生物界分为六界,现将六界的区分方法列简表如下。

I. 无细胞形态,只有两个核酸物质之中的一种,或具有DNA或具有RNA.....病毒界(Virae)

II. 有细胞形态,细胞内同时具有DNA和RNA

(一) 核质四周无核膜与细胞质隔开.....

.....原核生物界(Prokaryotae)

(二) 核质四周有核膜与细胞质隔开

1. 细胞无组织分化.....真核原生生物界(Protistae)

2. 细胞有组织分化.....真菌界(Fungi)

.....植物界(Plantae)

.....动物界(Animalia)

从上述的分类系统中不难看出,微生物分别属于病毒界、原核生物界、原生生物界和真菌界的四个界。因此,微生物在生物界中是占有极其重要的地位。

二、微生物学的任务

(一) 微生物学及其分支学科

由于社会经济的不断发展,微生物的重要作用日益被人们所认识,因此,研究微生物也越加广泛深入,根据研究任务的不同,微生物学形成了许多分支学科:研究微生物学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;在应用微生物学方面有工业微生物学、农业微生物学、医学微生物学、兽医微生物学、食品微生物学、乳品微生物学、石油微生物学、海洋微生物学、土壤微生物学、环境微生物学等;在研究不同对象方面有病毒学、细菌学、真菌学以及免疫学

和藻类学等。微生物学由综合性的趋向专门化，而各专门化的分支学科又相互渗透，紧密相联。

（二）微生物的一般特点

生物界在漫长的历史演化过程中，通过遗传变异和自然选择，造就了适应各种环境条件，具有不同生理类型的，形形色色的物种。微生物经过长期的进化，形成了具有共同性质的特点：

1. 种类繁多，分布极广。在广阔的自然里，到处都有微生物存在，上至 12000 米高空，下至 10000 米海底，以及江、河、湖、溪中都有微生物活动的踪迹。土壤更是微生物栖居的场所。还有在 90℃ 高温的温泉和全年积雪的雪山等极端环境中也能找到微生物的踪迹。除此之外，在动植物和人体内外也都有微生物的存在。

2. 形体微小，表面积与体积的比值大。与同体积的成年人相比，细菌的表面积与体积的比值高出 200 万倍。所以它能够利用极大的细胞表面迅速地与环境进行物质交换。

3. 代谢类型多，代谢强度高。由于微生物的代谢类型多，因而地球上几乎任何一种有机物质都能被微生物所分解利用。此外，微生物具有较高的代谢强度（合成代谢和分解代谢），能很快引起食物、衣物以及其他各种物质发霉变质，某些种类还会引起动植物和人类的疾病。但多数微生物对人类有益，微生物在净化环境，分解转化有机物，促进大自然物质循环，保持生态平衡中发挥着巨大的作用。此外，微生物在工业生产上为人类提供种类极多的产品。

4. 生长繁殖迅速。微生物有惊人的繁殖速度。大肠杆菌每 20 分钟即可繁殖一代，按理论值计算，24 小时可繁殖 72 代，经 4—5 天培养，其体积可与地球相仿。事实上，由于各种因素的影响，当然不可能达到上述水平，但是惊人的繁殖速度是高等动植物所望尘莫及的。

5. 微生物容易发生变异。由于微生物形体微小，易受环境因素的影响，为了适应环境得以繁衍后代，所以微生物在生长繁殖过程中是很容易发生变异的，这种新出现的特性在一定环境下又可以稳定地遗传下去，形成新种。微生物这种自然变异常导致工业上的菌种退化。但人们又可以利用微生物这一特性选育出优良的菌种。

(三) 微生物与人类的关系

上面已经介绍了微生物的一般特点，这就不难看出，在自然界中绝大多数的微生物对人类不但是有益的，而且是必不可少的。微生物与人类的关系极为密切，表现为直接的或间接的两个方面。但是可以说，如果没有微生物的存在，就没有人类赖以生存的基本环境。首先，微生物在自然界物质循环中起着巨大的作用，如土壤中各种动物的排泄物、尸体以及死亡的植物等都是复杂的含氮有机物，这些有机物必须经过各种微生物的持续分解，才能转化成为绿色植物可以利用的无机含氮化合物。此外，空气中大量游离的氮气也是依靠固氮微生物的作用，才能被植物所利用，而人类和动物又直接利用植物。绿色植物在进行光合作用时，所需要的二氧化碳，有90%是由微生物的活动所提供的。还有其他如磷、硫、钾等元素的转化也是离不开微生物的。由此可见，微生物在保持自然界生态平衡中是必不可少的。

微生物的作用是多方面的，在农业上可以利用微生物制造细菌肥料、植物生长激素、发酵饲料以及生物杀虫剂；在工业上利用微生物更为广泛，如酿造、食品、纺织、皮革以及石油发酵和细菌冶金等；在医药工业方面，如抗生素、菌体制剂、维生素、氨基酸、酶及酶制剂的制备，以及甾体激素的中间转化等均由微生物的发酵来完成。再则，在人体体腔内栖居着许多微生物的正常菌群，如大肠杆菌等，这些微生物在正常的情况下不但不侵害人体，而且还能合成硫胺素、维生素B₁₂、维生素K和氨基酸等

供给人体,与此同时,这些微生物的存在还能拮抗某些病原菌。另外,随着环境保护的不断发展,利用微生物来净化污水也日益受到重视。

微生物除了对人类有益之外,还存在着有害的一面,有些是人或动植物的病原菌,称为病原微生物(Pathogenic microorganism),它们能引起人或动植物的多种疾病;有些则具有破坏性,如引起工农业产品、食品及生活用品的腐蚀、霉烂等。

总之,我们要充分利用微生物为人类谋福利,并控制或消除微生物对人类的危害。

(四) 微生物学的任务

微生物学在高等师范院校生物专业是一门专业基础课,就其研究内容涉及微生物的形态结构、分类、生理、代谢、遗传变异和生态等方面。具体地说,对于形态结构要求掌握个体和群体基本的形态特征,结构与功能的关系,为识别微生物和进行微生物的分类打下基础;在生理和代谢方面要了解微生物对营养的要求和生长繁殖的规律,要熟悉微生物的代谢特点和类型;在遗传变异上要明确遗传因子与环境条件的辩证关系;在生态方面要懂得微生物在自然界中的分布,以及与周围环境的关系,从而为开发微生物资源,开展环境保护提供理论依据。

第二节 微生物学的发展

由于微生物的形体微小,要探索其中的奥秘十分艰难,所以微生物学成为一门独立学科的历史较短,但人类利用微生物的历史却极其悠久,我们学习微生物学的历史,不仅会使人明智,而且对未来的事业更充满信心。