微生物学

陕西省农林学校　主编

森林保护专业用

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

全国中等林业学校试用教材

微 生 物 学

陕西省农林学校主编

中国林业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行　　农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本　7.5 印张　150 千字

1984 年10月第 1 版　1984 年10月北京第 1 次印刷

印数 1—7,000 册

统一书号 16046·1198　　定价 0.95 元

前　言

本教材是根据1979年10月全国中等林校教材编写会议制订的森林保护专业《微生物学》教学大纲编写的。教材内容包括微生物的形态结构、营养代谢、生长发育、遗传育种、微生物生态、微生物在森保工作上的应用等。教材在注意基本知识、基础理论的同时，联系林业生产实际重视基本技能的训练，并介绍了近年来国内外某些研究成果。

本教材由陕西省农林学校穆振华(绪论、第1章)、浙江林校陈铁华（第2、4、5章)、山东林校华颖姿(第3、6、7章)三同志共同编写，由穆振华同志任主编。编写过程中得到中国科学院微生物研究所、林业部森保司、北京林学院、西北农学院、浙江林学院、山东农学院、西北大学以及各兄弟林校有关同志的热情帮助。陕西省林研所朱兴才同志为本书绘图。在此一并致谢。

初稿完成后，林业部教育司召开了审稿会议。经修改，在全国有关林校森保专业试用后，于1982年林业部教育司再次邀请兄弟林校有关同志进行审议，编者根据审议意见，进一步作了修改。先后参加审议的有南京林产工业学院周湘泉、东北林学院张天伏、浙江农大莫文英、山东大学孙善图、辽宁林校石方昭、佟宝珍、山东林校秦克昶、洛阳林校赵自义、

岳当珠、湖北林校吕昌仁、浙江林校胡一鸣、伊春林校高玉海等同志。

本课程在中等林校系初次开设，编者水平有限，对书中的缺点和错误希各校在试用中提出批评和指正。

编　者

1983年6月

China

目　　录

前言

绪论……1

一、微生物和微生物学……1

二、微生物与农林业生产……2

三、微生物在生物界中的地位和分类、命名法……3

四、微生物学的发展概况……6

第一章　微生物的形态结构……11

第一节　细菌……11

一、细菌的形态和大小……11

二、细菌细胞的结构……13

三、细菌的繁殖和菌落特征……22

四、细菌的分类及农林业上常用的细菌……25

第二节　放线菌……29

一、放线菌的形态与构造……30

二、放线菌的菌落特征……31

三、放线菌的繁殖……33

四、放线菌的分类及农林业上常用的放线菌……34

第三节　真菌……40

一、真菌的形态特征……41

二、真菌的繁殖……46

三、真菌的菌落特征……52

四、真菌的分类及农林业上常用的真菌……53

China需要全本请访问 www.ertongbook.com

第四节　病毒、类病毒和类菌质体 ……63
一、病毒 ……63
二、类病毒 ……75
三、类菌质体 ……75
第二章　微生物的营养 ……79
第一节　微生物的营养物质 ……79
一、微生物细胞的化学组成 ……80
二、微生物的营养需要 ……81
第二节　微生物对营养物质的吸收 ……84
一、细胞膜的透性 ……85
二、营养物质如何进入细胞 ……85
第三节　微生物的营养类型 ……88
一、自养型微生物 ……89
二、异养型微生物 ……91
第四节　微生物的培养基 ……92
一、配制培养基的原则 ……93
二、培养基的类型及应用 ……96
第三章　微生物的代谢 …… 100
第一节　酶 …… 101
一、酶的概念 …… 101
二、酶的特性 …… 101
三、酶的组成 …… 103
四、影响酶反应的因素 …… 103
五、酶的命名及分类 …… 105
第二节　微生物的呼吸作用 …… 107
一、微生物呼吸作用的概念 …… 107
二、微生物呼吸作用的类型 …… 108
三、微生物的能源 …… 115
第三节　微生物的合成代谢 …… 119

China

一、碳水化合物的形成 …… 120
二、脂类 …… 121
三、氨基酸和蛋白质的形成 …… 121
四、核苷酸和核酸 …… 121
第四节　微生物的代谢产物 …… 122
一、合成代谢产物 …… 122
二、分解代谢产物 …… 123
三、次生代谢产物 …… 123
第四章　微生物的生长 …… 126
第一节　微生物的群体生长 …… 126
一、微生物的生长曲线 …… 127
二、生长曲线在生产实践中的应用 …… 129
第二节　微生物生长量的测定 …… 130
一、测定单细胞微生物数量的方法 …… 131
二、测定细胞物质量的方法 …… 132
第三节　环境因素对微生物生长发育的影响 …… 133
一、物理因素对微生物的影响 …… 133
二、化学因素对微生物的影响 …… 138
第四节　灭菌和消毒 …… 141
一、物理方法 …… 141
二、化学方法 …… 146
第五章　微生物的遗传变异和菌种选育 …… 149
第一节　微生物的遗传和变异 …… 149
一、遗传和变异 …… 149
二、微生物遗传和变异的特点 …… 150
三、微生物遗传和变异的物质基础 …… 151
第二节　微生物菌种选育 …… 161
一、菌种的筛选 …… 162
二、菌种的培育 …… 167

第三节　菌种的复壮和保藏 …… 176
一、菌种的保藏 …… 176
二、菌种的衰退与复壮 …… 180
第六章　微生物在自然界的分布及与其他生物的关系 … 185
第一节　微生物在自然界的分布 …… 185
一、微生物在土壤中的分布 …… 185
二、微生物在水和空气中的分布 …… 188
第二节　微生物与其他生物之间的关系 …… 189
一、微生物与林木之间的关系 …… 189
二、微生物与昆虫之间的关系 …… 196
三、微生物之间的相互关系 …… 196
第七章　微生物在自然界物质转化中的作用及其在森保工作上的应用 …… 199
第一节　微生物在物质转化中的作用 …… 199
一、微生物在碳素转化中的作用 …… 200
二、微生物在氮素转化中的作用 …… 205
三、微生物在磷、硫元素转化中的作用 …… 214
四、微生物在钾和铁、锰元素转化中的作用 …… 218
第二节　微生物在森林保护方面的利用 …… 219
一、以菌治虫 …… 219
二、以菌治菌 …… 223
主要参考文献 …… 231

绪　论

一、微生物和微生物学

微生物是一群个体微小、构造简单、肉眼不易看清或根本看不见的低等生物。它们在自然界分布广泛，土壤、水域、空气和动植物体以及人体内外，几乎都有微生物的存在。在日常生活中，微生物引起的现象相当普遍，如人和动植物的传染病、馒头发酵、酿造酒醋、沤制肥料、泡菜变酸、食物腐败、衣物生霉以及农林产品的霉烂等，都是微生物生命活动引起的。

微生物的类群十分庞杂，主要包括病毒、细菌、放线菌、蓝细菌、真菌、单胞藻类和原生动物等。由于它们的结构简单，生长繁殖快，容易培养，代谢能力强，易发生变异等这一类生物学特性比较接近，研究技术也基本相同，所以把它们归纳在一起进行研究。

微生物学是研究微生物及其生命活动的科学。其内容包括微生物的形态结构、分类鉴定、营养代谢、生长发育、遗传变异等生命活动的规律，以及微生物之间、微生物与其它生物之间的相互关系和微生物在农林业生产上的应用等。

微生物学是森林保护专业的一门专业基础课，其任务是介绍微生物的形态、分类、生理、生态和遗传变异等生物学

China

特性以及与农林业生产的关系，为学习森林病理学、生物防治学等专业课打下必要的微生物学理论基础和操作技能。此外，还有两个研究课题：一个是发掘微生物资源，充分利用微生物的有益作用；另一个是防除微生物的有害活动或使之转害为利，为林业生产服务。

二、微生物与农林业生产

微生物与人类生活和生产的关系极为密切，它涉及到农业、工业、医药卫生等许多方面。在农林业生产上可分为有益和有害两个方面。

（1）微生物对农林业生产的有益作用

微生物是土壤肥力的重要因素。土壤中生活着大量微生物，有些种类能分解土壤有机质，将动植物残体等含氮有机物分解为氨或其他简单的无机物，或分解转化硫、磷、钾、铁等化合物成为可溶性盐类，供植物吸收利用。生活在高等绿色植物根际范围内的微生物，如固氮菌能固定大气中的游离氮，为植物提供氮源；根瘤菌与豆科植物共生，从而使植物获得氮素营养。另有一些微生物能分泌植物生长需要的维生素或生长刺激素，促进植物的生长发育。由此可见，微生物对土壤肥力的形成与发展，对促进植物的生长发育以及自然界物质的转化都有直接或间接的作用。

微生物与家畜及森林野兽（鹿、麝）等的饲养关系也根密切。有些微生物能使秸秆、青草、树叶等粗饲料转化或发酵，增加适口性、提高饲料的营养价值；有些能产生抗生素，对幼畜有防病和促进生长的作用。

China

山林中生长的微生物，如木耳、银耳、蘑菇、灵芝、猴头、竹黄等都是著名的食用菌和药用菌。大力发展这些菌类生产，对提高林区人民生活水平以及促进林区经济发展具有重要的意义。

同病虫害作斗争，是保障农林业生产的一个重要方面。有些微生物如链霉菌能产生抑制或杀死植物病原的抗生素，可用来防治植物病害；有些微生物能寄生在害虫和鼠类体内，使害虫、害鼠生病死亡，如白僵菌、苏云金杆菌等，已被广泛用于防治农林害虫。在化学农药引起公害日益严重的情况下，利用微生物农药防治农林病虫害，已成为生物防治的重要内容。

（2）微生物对农林业的有害影响

微生物对农林业生产的有害影响是不可忽视的。植物的寄生性病害，绝大多数是由微生物引起的。植物生长发育的各个阶段以及农林产品都会遭受某些微生物的侵害，往往造成严重的损失。

有些微生物能寄生在蜜蜂、家蚕、柞蚕、家禽、家畜和森林鸟、兽的体内，引起流行性病害，给农林业带来直接和间接的影响。

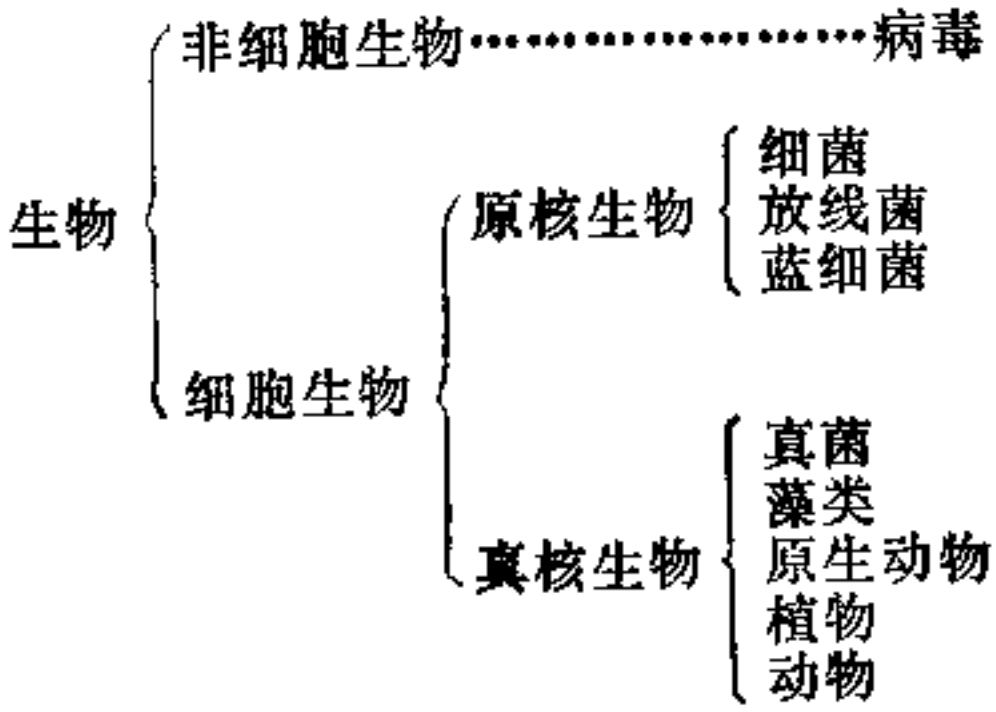
三、微生物在生物界中的地位和分类、命名法

（一）微生物在生物界中的地位　生物是从简单到复杂、从低级到高级进化的。自然界中多种多样的生物都是由同一祖先进化而来，它们之间都有或近或远的亲缘关系。地球上最早的生活有机体是什么呢？有关学者认为，最早出现的有

China需要全本请访问 www.ertongbook.com

机体可能是一种核蛋白质。这种原始的有机体，经过漫长的历史过程从量变到质变，由非细胞生物演化成原始单细胞生物，原始单细胞生物随着所在环境条件的不同，向不同的途径演化，一支演化成单细胞绿藻，由之发展成植物界；另一支演化成原生动物，由之发展成动物界。

从现代生物学观点出发，将整个生物界分为细胞生物和非细胞生物两大类。非细胞生物主要是病毒；细胞生物又分为原核生物和真核生物两个进化发展阶段。原核生物包括细菌、放线菌和蓝细菌等；真核生物包括低等动植物和高等动植物。低等动植物有藻类、真菌和原生动物三大类群。从藻类进化成高等植物，从原生动物进化成高等动物。各类生物之间的关系以图表示如下：



（二）微生物的分类与命名 微生物的分类，就是把各种各样的微生物按照它们的亲缘关系分群归类，给予适当的名称，并把各个类群按它们进化的顺序排列起来成为一个系统。这样就便于认识微生物，了解各类微生物之间的关系，进而利用和控制它们。所以，分类是认识微生物的最基本的

China

手段。

微生物分类的依据，除用形态特征外，还要应用培养特征、生理生化特征和血清反应等。

微生物的分类阶梯除病毒外，细菌、放线菌、真菌等的分类阶梯和高等动植物一样，依次分为门、纲、目、科、属、种。分类的基本单位是“种”即物种。种是具有一定的形态和生理特征以及一定的自然分布区的生物繁殖单元和进化单元，一个物种中的个体一般不与其它物种的个体交配，或交配后不能产生有生殖能力的后代。种是生物进化过程中从量变到质变的一个飞跃，是自然选择的历史产物。分类的方法是把相近的种归纳为属，相近似的属归纳为科，依次类推。

微生物的命名，采用国际上通用的“双名法”。每种微生物是由两个“拉丁字”——一个属名和一个种加词所组成。属名在前，通常是一个描述生物形态的名词。属名之后为种加词，种加词通常表示该菌种的某种特征，如颜色、形状、来源、生理特性、寄主等。例如：金黄色葡萄球菌的拉丁名是：“*Staphylococcus aureus*”，前一个属名为一个拉丁名词，是“葡萄球菌”的意思；后一个种加词为拉丁文的形容词，是“金黄色”的意思，合起来就是金黄色葡萄球菌。因为生物的种类繁多，有时会发生同物异名或同名异物的现象，为了避免混乱和误解，在种名之后加上定名人的姓名，这样金黄色葡萄球菌的全称就是：*Staphylococcus aureus* Rozenbach 意思是由Rozenbach 这个人命名的金黄色葡萄球菌。有时只讲某一属的菌，不讲具体的菌种，则在属名后加 sp. 或 spp. 表示。如 *Staphylococcus* sp. 或 *Arthroba-*

China

cter spp. 表示葡萄球菌或节细菌的意思。（sp.表示单数，spp.表示复数，都是种—species 的缩写。）种内变种的命名是在该种后加变种名称，并在变种名称前加 var.（var. 为variety的缩写），其意为变种。属名的第一个字母要大写，种加词或变种名第一个字母一律小写。

微生物的中文名称，有的是按学名译出的，有的是按我国的习惯根据菌种的特征命名的，如枯草杆菌、圆褐固氮菌、镰刀菌等。在生产实践中，当一个菌种未作鉴定之前，往往采用编号或代称名字，如“5406”、“鲁保一号”等。

四、微生物学的发展概况

（一）我国古代劳动人民对微生物的利用 勤劳的中国人民，在长期的生产实践中，对微生物的利用有着悠久的历史，积累了丰富的经验。从古代文化的记载和考古工作的成就得知，远在三千年前，我国劳动人民就用“曲”酿酒；二千五百年前，就利用微生物制醋、做酱。公元五世纪时后魏贾思勰著的《齐民要术》中指出：种过豆类植物的土壤特别肥沃，以大豆或小豆为前茬的作物产量高。实行豆类轮作措施，提高土壤肥力，这是我国劳动人民应用微生物的伟大创举。

我国人民很早就知道微生物是引起人和动、植物病害的病原，并采取了有效的防治方法。如公元前六世纪已知狂犬病来源于疯狗，提出驱逐疯狗预防狂犬病的方法。公元二世纪张仲景氏认为“伤寒病流行与环境季节有关，提出禁食病死兽肉和不洁食物，以防伤寒”。名医华佗（约公元112—212年间）首创麻醉术和剖腹外科，主张割去腐肉以防传染。公

China

元四世纪葛洪著《肘后方》书中，详细记载了天花病状，并注意到天花流行的方式。种痘以防天花，在宋真宗时(998—1022年）已广泛应用，后来传到亚洲及欧、美各国，在“人痘”基础上发展成为“牛痘”。后人从这种方法得到启示，遂成为一切免疫方法的起源。

古代劳动人民对微生物引起牲畜、蚕、桑的病害方面也早有认识。如公元二世纪《神农本草经》中就有蚕“白僵(病)”的记载。明朝李时珍《本草纲目》中有不少植物病害的记载。历代劳动人民对作物、蚕病也有各种防治措施。如在预防蚕病上提出注意环境清洁，保持蚕室干燥、空气流通、勤晒养蚕用具等措施，直到现在，仍是预防微生物感染的好方法。

（二）微生物的发现和微生物学的发展　人类利用微生物的历史虽然很早，由于科技水平的限制，对微生物的存在在很长时期里无法直接证实。直到十七世纪荷兰人列文虎克(1632—1703）用自制的能放大200—300倍的显微镜，在污水、牙垢、腐败物质中看到了微小生物，并作了描绘。根据他所描绘的图，可以断定他确实看到了原生动物、球菌、杆菌和螺菌等，为微生物的存在提供了证据，从此开始了微生物的形态学研究阶段。

十九世纪三十年代，欧洲和北美洲发生了马铃薯晚疫病，造成了灾荒；十九世纪六十年代欧洲一些国家发生了酒变酸、变苦的“酒病”和蚕病等，造成经济上的重大损失，因而人们才更加重视了对发病原因和发病规律的研究，也促进了微生物学的研究和发展。其中法国人巴斯德（1822—1895）和德国人柯赫（1843—1910）作出了贡献。巴斯德

China

通过对酒变酸、变苦等“酒病”和家蚕的研究，证明酒变酸是杂菌污染的结果，并创造了加温灭菌法。直到现在巴斯德的加温灭菌法还广泛应用于酿造酒、醋、酱油、牛奶等食品的灭菌。巴斯德还对蚕病、鸡霍病、狂犬病等进行研究，证实了这些病害是由病原微生物所引起，并提出了接种疫苗预防疫病的方法。在关于有机体是否能自然发生的争论中，巴斯德用装有弯曲长管的瓶子和顶端开口不加盖的瓶子对比试验，否定了“自生说”。柯赫在研究中，首先分离出炭疽菌、霍乱菌、结核菌等病原微生物，创立了分离、培养、接种、染色等一套研究微生物的方法。

巴斯德和柯赫的研究，无疑地把对微生物的研究，从以形态为中心，转移到研究生理的途径上，从而奠定了微生物学的生理学基础。从巴斯德和柯赫以后，在生产实践需要和其它科学研究的推动下，微生物学迅速地发展起来，并进入了一个新的阶段。

（三）微生物学发展的新阶段——分子生物学阶段 廿世纪以来，由于电子显微镜的发明，同位素示踪原子的运用，生物化学、生物物理理论的发展，大大推动了微生物学理论研究的进展，使微生物科学出现了新的飞跃。

廿世纪初期，诺伊伯等人通过对酵母菌生理的研究，初步摸索到生物体的代谢规律及控制代谢的基本原理，以此理论为指导，人们利用微生物对乙醇、丙酮、甘油、各种有机酸及蛋白质、油脂等进行了工业化的生产。

1929 年英国细菌学家弗莱明发现青霉菌含有能抑制细菌生长的抗菌物质，1940 年弗劳来等将青霉菌培养物加以

China

提炼制成了青霉素。从此以后，开展了抗生素的研究，并发现了多种抗生素。除医用抗生素外，还用于动植物病害的防治和食品贮藏等方面。

1935 年斯坦莱从烟草病叶提炼到烟草花叶病毒结晶，经后人证实，病毒结晶为有繁殖能力的核蛋白。核蛋白是由核酸和蛋白质组成。如果把核酸和蛋白质分开，则只有核酸有侵染能力。这些发现不仅为防治病毒病害指出了途径，更为重要的是为探索生命的起源提供了线索。

电子显微镜的出现，使细菌结构的研究深入到光学显微镜达不到的细微程度。蛋白质、酶、核酸等生物大分子的结构、功能和合成，遗传的分子基础，生物膜的结构和功能等是当前分子生物学研究的主要内容。分子生物学兴起的时间虽然很短，但在揭示生命活动的本质方面已取得了不少成果。如 1953 年华特逊和克里克对脱氧核糖核酸（DNA）双螺旋结构的发现及核酸半保留复制假说，为奠定分子生物学基础起了重要作用。近年来对基因的人工合成与体外操纵，使人们按照需要去定向改造和创造新的生物类型成为可能。现代微生物的研究，正继续向分子水平深入，向生产的深度和广度进军。

（四）我国微生物学简况　解放前，我国没有微生物研究机构，连微生物课程也很少开设。新中国成立后，在党和政府的重视关怀下，微生物科学得到了迅速的发展。从中央到地方设立了微生物研究机构；各大专院校有关专业开设了微生物课程；培养了一支从事微生物工作的干部队伍，为我国微生物的研究和应用奠定了基础。

China需要全本请访问 www.ertongbook.com