

农 业 微 生 物 学

(試 用 教 材)

上 册

山 东 农 学 院

說 明

目前，教育战线的形势大好，在毛主席无产阶级教育路线指引下，教育革命正在不断向纵深发展。遵照伟大领袖毛主席关于“教材要彻底改革，有的首先删繁就简”的教导，我们在院党委的领导下，在初步批判旧教材三脱离错误倾向和学习兄弟院校及生产部门先进经验的基础上，通过在1971—1972年举办农业微生物学习班和农药学习班，拟定了教材编写提纲初稿，经征求有关单位的意见后，进一步讨论修改，编写成农学专业用的《农业微生物学》试用教材。

本教材内容主要是汇编专业科技资料和先进单位的工作总结，共分三编，订为上、下两册。第一编为《农业微生物学基础知识》；第二编为《微生物在农业上的应用》，其中收集了目前生产、应用上较广的典型材料；第三编为《农业微生物学基本操作技术》。通过学习，要求初步掌握农业微生物学基础知识、基本操作技术和几种农业微生物制品土法生产的方法，为工农兵学员毕业后开展农业微生物工作打下基础。

在编写过程中，我们力求教材内容能够体现革命性、实践性和科学性。但由于我们对马克思主义、毛泽东思想学习不够，限于政治思想和业务理论水平，又加之缺乏实践经验，所以，在这本教材中必定存在不少缺点错误，希望工农兵学员和同志们提出宝贵意见，以求不断改进，充实提高。

山东农学院实验农药厂微生物组

1973年4月

目 录

第一章 农业微生物学概论	1
第一节 我国劳动人民在应用微生物方面的卓越贡献	1
第二节 微生物在工农业等方面的应用概况	2
第三节 为革命而学, 为巩固无产阶级专政而学	5
第一编 农业微生物基础知识	7
第二章 微生物的特性和各类微生物的形态构造	7
第一节 微生物在生物界中的地位	7
第二节 微生物的特性	8
第三节 主要微生物类群的形态构造	9
第三章 微生物的生理	21
第一节 微生物的营养	21
第二节 微生物的酶	26
第三节 微生物的呼吸作用	29
第四节 微生物的其他生活条件	32
第五节 微生物的生长繁殖规律	36
第六节 培养基	38
第七节 消毒与灭菌	43
第四章 微生物在自然界物质转化中的作用	52
第一节 微生物在不含氮有机物转化中的作用	
——已糖的分解	53
第二节 微生物在不含氮有机物转化中的作用	
——纤维素、果胶质等物质的分解	57
第三节 微生物在含氮有机物转化中的作用	
——氨化、硝化、反硝化作用	63
第四节 微生物在含氮有机物转化中的作用	
——固氮作用	67
第五节 微生物在矿质元素转化中的作用	73
第五章 微生物和植物生长	79
第一节 微生物与土壤肥力	79
第二节 农家肥料中的微生物学过程	83
第三节 微生物与植物营养	87
第四节 微生物与植物生长激素	88
第五节 微生物与植物病虫害的防治	90
第六章 微生物的选种、育种、保藏和复壮	99

第一节 选种·····	100
第二节 菌种的鉴定·····	102
第三节 育种·····	109
第四节 菌种的保存和复壮·····	113
第二编 微生物在农业上的应用·····	117
第一部分 微生物肥料·····	117
“5406” 抗菌菌肥料·····	118
花生根瘤菌肥料·····	125
固氮菌肥料·····	130
磷细菌肥料·····	134
钾细菌肥料·····	140
第二部分 微生物与植物激素·····	146
赤霉素(“九二〇”)·····	146
核酸降解物(“七〇二”)·····	178
第三部分 微生物农药·····	193
I、农用抗菌素·····	194
内疗素·····	194
灰黄霉素·····	201
春雷霉素·····	204
灭瘟素·····	210
放线酮·····	214
II、微生物杀虫剂、除莠剂·····	222
杀螟杆菌——细菌杀虫剂·····	222
白僵菌(真菌杀虫剂)·····	228
“鲁保一号”(真菌除莠剂)·····	232
第四部分 微生物在畜牧业上的应用·····	237
猪的发酵饲料·····	237
畜用土霉素·····	250
第三编 农业微生物学基本操作技术·····	258
一、玻璃器具的准备·····	258
二、培养基的配制·····	261
三、消毒灭菌的方法·····	268
四、接种室的设置和使用管理·····	275
五、微生物的接种培养·····	278
六、显微镜的使用·····	282
七、细菌的形态观察·····	288
八、放线菌形态的观察·····	293
九、酵母菌形态的观察·····	294
十、霉菌形态的观察·····	295

十一、微生物细胞大小的测定.....	296
十二、微生物细胞数量的测定.....	298
十三、菌种的分离筛选.....	303
十四、微生物生理生化特性的检验.....	305
十五、微生物的育种.....	311
十六、菌种的复壮.....	313
十七、菌种保存.....	315
十八、抗菌素效价的微生物测定——管碟法.....	317
附录一 度量衡单位命名制.....	321
附录二 常用染色液和封片剂的配制.....	321
附录三 常用消毒剂的配制.....	323
附录四 常用溶液的配制.....	324
附录五 常用培养基的配方.....	327
附录六 常见微生物名称.....	335

第一章 农业微生物学概论

第一节 我国劳动人民在应用微生物方面的卓越贡献

伟大领袖毛主席教导我们：“人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。”劳动人民是科学发展的真正动力。毛主席还说：“人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。”劳动人民在长期生产斗争实践中，认识自然，改造自然，推动了自然科学的发展。微生物学的发展也是这样。

“中国是世界文明发达最早的国家之一。”勤劳勇敢的中国人民在长期的生产斗争实践中，对微生物的了解、认识和应用，作出了卓越的贡献。在应用微生物方面有着悠久的历史和丰富的经验，世界历史上是我国劳动人民最早把微生物应用于工农业生产。早在四千年前就利用微生物酿酒。二千五百年前制醋、制酱已经很发达了。九百年前细菌炼铜已用于生产，比西班牙早630年。

农业上，纪元前一世纪，在《汜胜之书》中就指出，肥田要熟粪，瓜与小豆间作的耕作制度。五世纪，贾思勰著的《齐民要术》中，强调前作为大豆和小豆时，产量高，即发现种过豆科作物的土壤特别肥沃，并已使用积肥、漚肥、翻土、轮作等方法来控制微生物的活动，使之成为农业生产服务。

在医学上，我国劳动人民有着极为丰富的经验。早在春秋时代就知道了疾病的传染，二千五百年前已用酿酒酵母治腹泻病，一千年前已知道种牛痘防天花，比英国真纳提出种痘免疫方法早670年，但是，由于旧中国长期在残酷的封建统治下，近百年来帝国主义的野蛮侵略和压迫，以及在国民党反动派的反动统治下，极大地阻碍了我国生产力的发展，应用微生物的发展也受到极大的限制。解放前，我国除发酵工业的几个传统产品，如酒、醋、酱油等外，连抗菌素都不能制造，在微生物的应用上处于极为落后的状态。解放后，优越的社会主义制度，为我国科学技术的发展开辟了无限广阔的道路，也使微生物在工农业生产上的广泛应用获得了新生。解放二十几年来，特别是58年以来，在党的社会主义建设总路线的光辉照耀下，和全国工农业大跃进的形势一样，微生物在各行各业的应用都取得了很大成绩。如我国抗菌素工业的迅猛发展，由解放前的完全依靠进口，发展到现在已能生产青霉素、链霉素、土霉素、红霉素……等近四十种产品，跃居世界第三位，总产量则为世界第一。同时还创造出具有我国独有特点的糖化饲料，“5406”，赤霉素（九二〇）等微生物制品的土法生产等。

科学是劳动人民创造的。但是，叛徒、内奸、工贼刘少奇等一类骗子，妄想在我国复辟资本主义，大造反革命舆论，和资产阶级学术“权威”一样抹煞劳动人民的发明创

造。鼓吹所谓“天才论”，把科学的发展说成是几个“天才”科学家个人奋斗的结果，偶然的发现。竭力否认伟大的中国人民在几千年的实践中，对科学发展作出的巨大贡献。这是唯心论的先验论，必须彻底批判。历史是不容颠倒的！伟大的中国人民对于科学的巨大贡献是抹煞不了的。“这种历史的颠倒”，我们就是要“再颠倒过来，恢复了历史的面目”，把那些封、资、修的黑货批深、批透，对我国农业微生物的发展作出更大的贡献。

第二节 微生物在工农业等方面的应用概况

微生物是一种很小的生物，一般用肉眼看不见，只有用显微镜把它们放大以后才能看清楚。主要微生物类群有病毒、细菌、放线菌、真菌（酵母菌、霉菌）等。

微生物虽然很小，但是它普遍存在于自然界中，和人们的日常生活有着密切的关系。有些微生物在其生命活动过程中，不仅能使食物、物品腐败变质，还可以使人、畜、家禽、农作物等染病。也有很多微生物在其生命活动过程中或在它们的作用下产生很多东西，则是工农业生产和人民生活所必需的。例如：酒、醋、酱油、味精、甘油、抗菌素等等。因此，我们要遵照伟大领袖毛主席关于“事物都是一分为二的”的教导，对微生物也要一分为二的看，要作具体分析。对人类有害的微生物要设法消灭它，对人类、对生产有益的微生物要设法培养、使用它，来为社会主义建设服务。

无产阶级文化大革命前，在应用微生物方面，由于叛徒、内奸、工贼刘少奇一类骗子大肆宣扬和推行“洋奴哲学”、“爬行主义”、“专家路线”等反革命修正主义路线的干扰，微生物工作局限于少数人闭门搞研究，脱离群众，脱离生产，生产脱离应用，故应用微生物的发展受到限制，进展缓慢。

“革命就是解放生产力，革命就是促进生产力的发展。”伟大的无产阶级文化大革命是我国生产力发展的强大推动力。在无产阶级文化大革命中，广大工农兵和革命知识分子响应毛主席**“备战、备荒、为人民”**的伟大号召，批判了刘少奇等推行的反革命修正主义路线，在毛主席无产阶级革命路线指引下，树雄心，立壮志，**“打破洋框框，走自己工业发展道路”**，**“独立自主、自力更生”**，广泛应用微生物于工农业生产，取得了许多重大成果，许多新产品赶上了世界先进水平。现将目前应用微生物的情况概述如下：

一、微生物在农业上的应用

微生物在农业上的应用，归纳起来可分几个方面：

（一）微生物肥料

微生物肥料，是利用某些有益微生物的生命活动的特点，使某些作物不能利用的物质转化成作物能吸收利用的营养物质。改善了作物的营养条件，以提高作物的产量，是一项新的农业技术措施。目前，广泛使用和正在研制的微生物肥料有：

抗菌菌肥料：即能提高土壤肥力、防治植物病害和刺激植物生长的微生物制品。目前在全国使用最广泛的是“5406”抗菌菌肥料。根据现有统计资料，施用“5406”抗菌菌肥料都获得不同程度的增产效果，一般增产10—30%。

固氮微生物肥料：有些微生物能利用植物不能吸收利用的氮气作养料，把氮气转化

为含氮化合物，变成植物能吸收利用的氮素养料。这类微生物肥料一般可增产10%左右。目前我国普遍生产使用的有根瘤菌肥料、固氮菌肥料和固氮蓝藻三种，它们的共同特点是固定大气中的氮，增加土壤中的氮素养料。

分解有机质和难溶性矿物的微生物肥料：某些微生物能分解土壤中植物不能吸收利用的有机物质和难溶性矿物，把它转化成作物能吸收利用的营养物质。现在研究使用的包括有机磷细菌肥料、无机磷细菌肥料、钾细菌肥料。这类菌肥增产效果一般为10%左右，个别高达30%以上。

随着我国社会主义农业发展的需要，以及大搞群众运动的结果，目前有些单位开始探索研制上述数种菌肥微生物的混合细菌肥料，以便进一步提高细菌肥料的作用。

（二）植物生长刺激素

植物生长刺激素是指为植物进行生命活动所必需的某些有机物质，可以控制植物的生长和其他生理功能，并且在很低的浓度下，就能显示出高度的活性，刺激植物的生长。

目前我国广泛应用的植物生长刺激素有“九二〇”即赤霉素，“七〇二”即核酸降解物。

施用“九二〇”后，一般可使棉花减少或避免蕾铃脱落，增产13—27%，水稻增产10%以上，小麦增产12—35%，玉米增产15—30%，蔬菜增产30—50%，其他如花生、地瓜、葡萄、田菁等均有增产效果。

使用“七〇二”能使水稻大面积增产，如广东省70年1000万亩水稻增产15亿斤，对广东省农业跨纲要起了很大作用。

由于“九二〇”和“七〇二”都是新生事物，有些规律性的东西尚未掌握，故效果不稳定，少数出现平产减产，这并不奇怪，只要我们遵照毛主席关于“要认真总结经验”的教导，“……从失败取得教训，改正自己的思想使之适合于外界的规律性，人们就能变失败为胜利”。

（三）农用抗菌素

农用抗菌素是指防治农林病害的一类抗菌素。它是从某些微生物的代谢产物中提取出来的化学物质，对另一些菌有杀死或抑制其菌体生长的作用。农用抗菌素主要有：

内疗素：对防治地瓜黑斑病、苹果腐烂病、红麻炭疽病等均有良好效果。我省五莲县大搞群众运动，对内疗素的土法生产及应用进行广泛试验，并取得丰硕成果。此外，辽宁、上海、湖南等省市均在广泛试验中。

春雷霉素：对防治水稻稻瘟病有显著效果。据上海、浙江等地大面积试验证明，其防治效果达80%以上，深受广大贫下中农欢迎。他们说：“春雷一打，稻瘟病收场”，“以往喷西力生农药，喷后头昏脑胀，现在喷春雷霉素，心情舒畅。”

灭瘟素：防治穗颈稻瘟，比化学农药稻瘟净、西力生效果好，用药量小，毒性低。

放线酮：对茶树云纹叶枯病疗效显著，对茶轮纹斑病、炭疽、茶枝干黑点病等也有较好的防治效果。经初步试验对小麦锈病也具有一定防治效果。

（四）微生物杀虫剂和除草剂

微生物杀虫剂和除草剂的微生物，其共同特点都是昆虫和杂草的病原微生物，对人、畜无毒害。用于生产杀虫剂的微生物种类很多，细菌、霉菌和病毒等都有。分别称细菌杀虫剂、真菌杀虫剂、病毒杀虫剂等。

细菌杀虫剂：目前生产细菌杀虫剂的菌种都是芽孢杆菌，国内外生产细菌杀虫剂的菌种一般有：杀螟杆菌、青虫菌、松毛虫杆菌、苏云金杆菌和日本金龟子杆菌等。它们对稻苞虫、棉花红袖灯蛾、山芋旋花蛾、菜青虫、小菜蛾、刺蛾、玉米螟、松毛虫等几十种害虫均有良好的防治效果，一般在80—85%以上。

真菌杀虫剂：白僵菌是一种真菌，对防治松林虫害，尤其是对松毛虫效果显著。实践证明尚能防治玉米螟、大豆食心虫、菜白蝶等二十多种虫害。

病毒杀虫剂：病毒也能引起多种昆虫生病而死亡。据报导，日本研究中肠细胞质型多角体病病毒（简称DCV）防治松毛虫，获得良好效果。

鲁保一号：是防治大豆菟丝子的高效微生物除草剂。据山东、江苏、安徽、宁夏等省大田试验，防治效果在85%以上。

（五）发酵饲料（糖化饲料）

广大工农兵群众遵照伟大领袖毛主席关于“猪的饲料是容易解决的，某些青草，某些树叶，番薯藤叶和番薯都是饲料，不一定要精料，尤其不一定要用很多的精料”的教导，利用某些有益微生物的生命活动，将农村中来源广泛、数量多的各种农作物的秸秆、根叶及某些青草、树叶等猪难以利用的粗饲料，变成营养比较丰富的酸、甜、软、熟、香，对猪适口爱吃、容易消化吸收的饲料——糖化饲料。特别是中国人民解放军北京部队某部战士叶洪海同志创造的“中曲”发酵饲料成功以后，深受广大贫下中农的欢迎而迅速推广应用。

“群众是真正的英雄”，在学习推广“中曲”发酵饲料的基础上，广大工农兵群众因地制宜，因陋就简，根据当地具体条件，象雨后春笋一样，创造了多种类型的发酵饲料。如“红曲”、“酵曲粉”、“新曲”、“草曲”、“无粮曲”、“庆曲”、“无曲盐水”发酵饲料等等几十种。为多、快、好、省发展养猪事业创新路，作出重大贡献。

另外，利用土霉素防治家畜、家禽的疾病，降低死亡率，促进幼畜、幼禽生长，增加体重，节约饲料等也取得很大的成绩。

其他方面：以石油为原料的微生物饲料蛋白的研制，以代替精饲料、节约粮食等开始出现可喜的苗头。

上述例子，仅仅是微生物在农业上应用的一部分。微生物在农业上的应用仅仅是开始，其研究、应用的范围和内容是极为广泛和丰富的。农业是一门综合性科学，农业“八字宪法”最正确、科学、精辟地概括了农业生产的基本规律。因此，微生物在农业上的应用，必须在全面贯彻“八字宪法”的基础上进行才能充分发挥作用。随着农业生产的发展，“我们必须打破常规，尽量采用先进技术”，对微生物的应用与研究提出一系列问题，要求我们做艰苦、过细的工作，才能适应社会主义农业飞速发展的需要，新的更加艰巨的任务摆在我们面前，让我们遵照伟大领袖毛主席的教导：下定决心，不怕牺牲，排除万难，去争取胜利。”

二、微生物在工业上的应用

伟大的无产阶级文化大革命，使微生物在工业上的应用与研究得到了迅速的发展，现略述如下：

食品工业：原来的传统产品，如酒、醋、酱等质量提高，节省粮食，降低成本。目前已应用酶法生产葡萄糖、味精、柠檬酸、肌苷酸……等。在文化大革命前，我国每年

需进口大量柠檬酸，强力味精肌苷酸（治疗肝炎也有特殊作用）过去一直依靠进口，价格高达二万元/公斤。文化大革命中，我国工人阶级和革命的科技人员坚持“自力更生，艰苦奋斗，破除迷信，解放思想。”“一切经过试验。”成功的生产出柠檬酸和强力味精肌苷酸，并使强力味精肌苷酸的成本降低到只需2—3百元/公斤。

造纸工业：原来采用的硷法造纸，需要耐高温高压的设备，同时消耗大量烧硷和煤炭，产生大量污水毒害农田（是城市污水的主要来源之一）。用微生物酶法造纸，在常温常压下便可进行，不需烧硷。故节省大量钢材、煤炭和烧硷，同时把有害的污水变成有益农肥，解决了城市污水问题。

纺织和制革工业：利用微生物所产生的酶使纤维脱胶、皮革脱毛已获成功，并能提高质量使纤维变白而均匀，节省劳力，减少劳动强度。同时解决污水问题。

石油脱蜡：应用微生物于石油脱蜡可炼得低凝固油（ -45°C 或更低）。在石油发酵过程中，可提取环烷酸、味精、尼龙……等。脱蜡后的酵母可作饲料或进行综合利用，提取医药化工原料、核酸降解物、凝血质等。

细菌冶金：在安徽、湖南、江西用细菌炼铜已投入生产，我省淄博市也在开展此项研究工作。

加酶洗涤剂：去污能力强，用水量少，洗涤时间短，能延长纺织物的寿命。

三、微生物在医药工业上的应用

过去对许多传染病缺少有效的药物，往往夺去无数人的生命，自抗菌素广泛应用以后，由于疗效显著，对严重威胁人类的许多传染病都得到有效的控制和治疗。

医药上的抗菌素一般通过微生物发酵制得。现在我国的抗菌素工业，已经跨入世界先进行列，无论是品种、产量和质量都达到世界第一水平，最近我国又研究试制成功庆大霉素和春雷霉素，对绿脓杆菌有特殊的疗效。争光霉素、自力霉素为抗癌药物增添新品种。

近来开始研究、发展、利用微生物所产生的酶作为药物。如外科医疗上用蛋白酶于消除坏死组织，促进伤口愈合及收斂血肿方面很有前途。

上述例子看出微生物在工农业等方面的应用是多方面的，归纳起来就是利用微生物的菌体、代谢产物和酶三种形式。即从菌体中提炼出我们所需的物质；控制条件使其产生大量所需的代谢物质；利用微生物的酶转化某些物质成我们所需的物质。

总之，自然界中的微生物种类繁多，资源丰富。目前对微生物的认识还很不够，已初步研究的不超过微生物总数的10%左右，应用于生产的则不超过已知微生物的10%。所以，为革命研究和掌握微生物的知识，筛选优良新菌种，扩大应用微生物的种类和范围是今后的重要任务。

一个微生物细胞就象一个小工厂，摄取营养，在酶的催化下，发生一系列快速、自动的合成、分解作用，产生多种多样产品。因此，应用微生物的发展有着巨大的潜力，具有无限广阔的前途。

第 三 节 为革命而学，为巩固无产阶级专政而学

“历史的经验值得注意。”阶级斗争的现实生活告诉我们：科学技术掌握在那个阶

级手里，就为那个阶级服务。微生物也是这样。它被剥削阶级掌握就成了剥削压迫人民、奴役人民的工具。刘少奇及其代理人也把科学技术作为他复辟资本主义、对无产阶级实行专政的工具。

毛主席关于“走上海机床厂从工人中培养技术人员的道路”的伟大指示，是实现“无产阶级必须在上层建筑其中包括各个文化领域中对资产阶级实行全面的专政”的伟大战略措施。工农兵上大学，管大学，用毛泽东思想改造大学，掌握文化、科学大权，这是巩固无产阶级专政，防止资本主义复辟的百年大计、千年大计。

全国解放以后，特别是经过无产阶级文化大革命，勤劳勇敢的中国人民，在工人阶级领导下，怀着雄心壮志，遵照毛主席关于“中国应当对于人类有较大的贡献”的伟大教导，努力学习掌握科学技术，并把它运用于三大革命实践，为社会主义革命和社会主义建设服务，为巩固无产阶级专政服务，为支援世界革命服务。

当前一个研究、应用、推广微生物，发展工农业生产的群众运动，正在全国各地迅猛兴起。毛主席说：“外国有的，我们要有，外国没有的，我们也要有。”我国广大工农兵和革命科技人员决心大胆试验，大胆研究，立志闢出我国自己的微生物发展新路，为毛主席争光，为伟大的社会主义祖国争光。

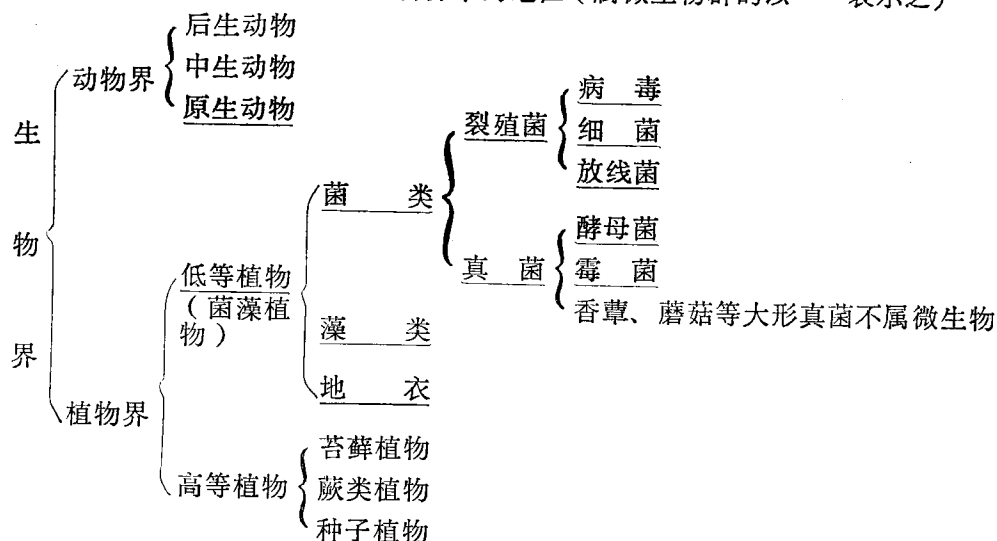
第一编 农业微生物基础知识

第二章 微生物的特性和各类微生物的形态构造

第一节 微生物在生物界中的地位

微生物是整个生物界的一个组成部分，和其他生物有着密切的联系，它在生物界中的地位如表 1—1 所示。

表 1—1 微生物在生物界中的地位（属微生物群的以——表示之）



从表 1—1 中看出，微生物在生物界中属于不同类群的动物和植物。属于动物的有原生动物，属于植物的有菌类、藻类、地衣等。它们都是位于动植物之间的低等生物，是生物界中最小的生物。

由于微生物在生物界中所处的地位，它们具有多种多样的种类、形态和性状。因此，在分类上很难取得一致意见，分类的标准往往因分类学家的观点不同而异，分类结果也就有差别。一般在分类上以种作为基本单位，把相似的种归成一类，称为属；把相

似的属归成一类，称为科；依此类推成目、网、门、界等不同分级的集团。有时在种以下又有变种。即：

界

门

网

目

科

属

种

变种

“人们的认识，不论对于自然界方面，对于社会方面，也都是一步一步地由低级向高级发展，即由浅入深，由片面到更多的方面。”对于微生物的认识也是一样，首先了解微生物的一般特性和形态生理方面的知识，在此基础上，再进一步了解微生物在自然界物质转化中的作用，以及利用它来为人类社会服务。下面先介绍微生物的一般知识。

第 二 节 微生物的特性

毛主席教导我们：“对于物质的每一种运动形式，必须注意它和其它各种运动形式的共同点。”微生物的个体虽然极小，要放大到几百倍甚至一、二十万倍肉眼才能看清楚。但是，微生物和其他生物一样都是由细胞组成，细胞中都含有蛋白质、脂肪、糖类、维生素和种必要的微量元素等。都要进行新陈代谢、生长繁殖，都有遗传变异的能力。毛主席又教导我们：“各种物质运动形式中的矛盾，都带特殊性。”与其他生物比较，微生物具有体积小、种类多、分布广、繁殖快、新陈代谢能力强及易于发生变异等特性，这是其他生物都不能比拟的。在某点上，它比人利害，它不讲迷信，它干劲十足，多快好省，力争上游。因为它有这些特性，其应用范围就越来越广。下面分别加以说明。

一、分布广、种类多，数量大

微生物在地球上分布很广，可以说到处都有。无论是动物、植物的身体内外，或是高山、平地、空气、土壤、水中都有大量的微生物生活着。

自然界中已知细菌约1600种左右，放线菌500种以上，真菌约100,000种左右。一克土壤中微生物的数量可达数亿至几十亿之多。因此，人们只要仔细筛选和培养，总能找到所需的菌种。

二、繁殖快

微生物具有极高的繁殖速度，一般比高等植物快500倍，比动物快2,000倍。有些微生物在生长最旺盛时，每20分钟就繁殖一代，一昼夜就是72代。在适宜条件下，一个菌体繁殖24小时，可达四万亿亿个。

微生物繁殖快的基本原因是新陈代谢能力强。通过新陈代谢，可把空气、氮、水等合成维持生命必须的物质。如蛋白质、脂肪、糖等。一个微生物细胞一昼夜可以加工的

营养物质，相当于微生物本身重量的30—40倍。这是一般动物、植物根本达不到的。

三、适应性强、易于变异

微生物的个体小，对环境变化的抵抗能力差，当环境条件变化缓慢时，大多数微生物为了适应新的环境，而逐渐改变原来的特性，发生变异而适应新的环境；当环境条件剧烈变化时，大多数个体死亡而被淘汰，个别或少数个体发生变异而适应新的环境生存下来。这个特点，对人类利用微生物来讲，既是优点，又是缺点。搞得不好就发生菌种退化而变坏。但利用这个特点，用人工的方法有目的地通过引变，选育优良菌种，如用紫外线和氟脲嘧啶综合处理土霉素产生菌后，获得的新菌株“160”比原菌株抗菌素的产量提高12—16%。

微生物这些特性，是广泛应用微生物于工农业生产极为有利的条件。只要我们掌握了微生物的活动规律，就可以为社会主义建设作出重大的贡献。

第三节 主要微生物类群的形态构造

要利用微生物，首先必须认识它们，才能判断生产中是否污染杂菌和菌种生长情况等问题，以便主动采取有效措施，保证生产顺利进行。也为筛选所需新菌种，扩大应用范围，充分利用微生物资源开辟新领域。

由于微生物种类多，形态和性状也是多种多样。从何入手来认识各类微生物呢？根据什么来区别各类微生物呢？毛主席教导我们：“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。这就是世界上诸种事物所以有千差万别的内在的原因，或者叫做根据。”我们认识各类微生物的主要根据是：

1.微生物的形态、构造：包括细胞形状、大小、构造、菌体特点等等。

2.菌落特征：微生物的单个细胞，肉眼看不见，当它在固体培养基上，经过一定时间的培养、生长繁殖，很多细胞长在一起，形成一定形状肉眼能看见的微生物群体，称为菌落。菌落的外部形状、大小、颜色、有无光泽、透明度、粘稠度、以及边缘情况等因微生物的种类不同而异，每种微生物在一定条件下具一定的菌落特征。因此，菌落是识别各类微生物的重要方面。

3.微生物的生理特点：微生物的生长条件及特殊的生理生化特性等等。

现将主要微生物类群的特征简介如下：

一、细菌

（一）细菌的个体形态

细菌是单细胞的微生物，每个细胞就是一个独立的生活单位。许多细菌细胞往往聚集在一起成为群体，群体中的每一个细胞仍然进行各自的生命活动。

细菌在不同条件下，形状常有所变化，但在一定条件下，每一种细菌都能保持一定的形状。基本可分为球状、杆状、弧状三种类型，并分别称球菌、杆菌、弧菌（或螺旋菌）。

1.球菌：

球菌单独存在时呈正圆形，叫单球菌；几个球菌联合在一起，其接触面呈扁平状

态，并按其联合方式，分别称双球菌、四联球菌、链球菌、葡萄球菌等。(图 1—1)。

球菌的大小随种类不同而异，并以细胞直径来表示，一般球菌的直径是0.5—1.0微米。

《注：1 厘米 = 10 毫米 = 10000 微米 (μ) 》

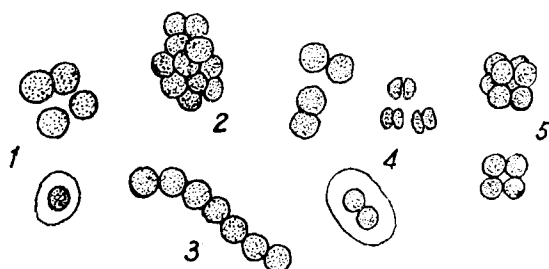


图 1—1 球菌的各种形态

1. 细球菌；2. 葡萄球菌；3. 链球菌；4. 双球菌；
5. 四联球菌及八选球菌。

2. 杆菌：

杆菌一般单独存在，若连成链状则叫做链杆菌（图 1—2）。有些杆菌能在细胞内部形成圆形或椭圆形的结构，叫做芽孢。



图 1—2 各种杆菌形态

杆菌的大小以宽×长来表示，常见的杆菌宽0.5—1 微米，长1—4 微米，写作0.5—1 × 1—4 微米来表示之。

3. 弧菌、螺旋菌：细胞是弯曲状，细胞略弯曲成弓形者称弧菌；细胞作螺旋状弯曲者称螺旋菌（图 1—3）



图 1—3 螺旋菌和弧菌形态

（二）细菌细胞的构造

微生物细胞的构造是区别各类微生物的重要根据之一。细菌虽小，但其细胞构造却相当复杂，和一般高等植物一样，由细胞壁、细胞质膜、细胞质及细胞核等组成（图 1—4），有些细菌还有荚膜、鞭毛和芽孢等特殊构造。

1. 细菌细胞的基本构造：

细胞壁：在细胞的最外层，无色透明，较坚硬而富弹性，能使细菌保持一定外形，并有保护作用。细胞壁主要由复杂的碳水化合物、脂类和蛋白质组成，厚度一般在10—25毫微米之间。

细胞质膜（细胞膜）：是紧贴细胞壁里面，但不与壁相连的一层薄而柔软、有弹性的薄膜。主要由脂类、蛋白质和核糖组成。是具有选择性吸收作用的半透性膜。它的功能是控制物质的吸收和排除，调节菌体内外渗透压的平衡。

细胞质：在细胞膜以内，除细胞核以外的一切物质统称细胞质。细胞质是一种粘稠的胶体。主要成分是水、蛋白质、核糖核酸、类脂物质和少量无机盐类等。在细胞质内存在着各种酶，催化细胞内一切物质的合成和分解，不断更新细胞内部的结构和成分，维持菌体的生长代谢等活动，故细胞质是细胞代谢活动的主要场所之一。

幼龄细胞的细胞质稠密，均匀，易着色。随着细胞的老化，细胞在生命活动中产生的物质的积累，在细胞质内就出现了各种各样的内含物。如液泡、异染粒、脂肪滴、淀粉粒、肝糖粒、硫磺粒等，而使细胞不易着色，且着色不匀。内含物有贮藏物质和代谢产

物两种，其累积与菌种、营养条件有很大的关系。当养料充足时，内含物就多；缺少养料时，细菌就利用贮藏物质做养料，因之逐渐减少乃至消失。

细胞核：存在细胞质内部，有些细菌具较明显的细胞核，有些则不明显，但细胞核的基本物质（主要是核酸）是存在的。总

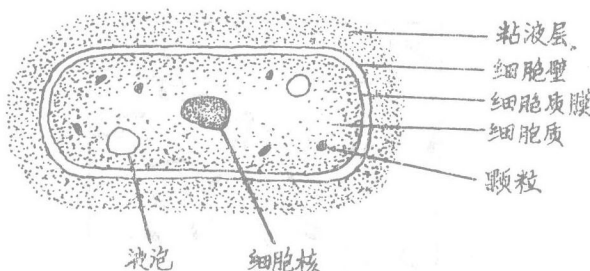


图 1—4 细菌细胞构造示意图

之，细菌细胞核的结构不完善。细胞核是细菌生长繁殖所必须的结构，它与细胞的遗传变异有密切关系。

2. 细菌细胞的特殊构造：

细菌细胞除上述结构外，有些细菌在一定条件或生长到某一阶段时，产生荚膜、鞭毛和芽孢。是鉴别细菌种类的重要依据。

荚膜：有些细菌在一定条件下，分泌多糖多肽聚合物于细胞外。这种物质有粘性，在细胞壁周围聚集形成一层固定的形状，就称荚膜（图 1—5），荚膜是细菌的一种保护器官。

鞭毛：某些细菌的幼龄菌体上长有纤细的丝状物，称鞭毛，是细菌的运动器官。鞭毛的成分是蛋白质，不同种类的细菌其鞭毛的数目和着生的部位不同（图 1—6）。

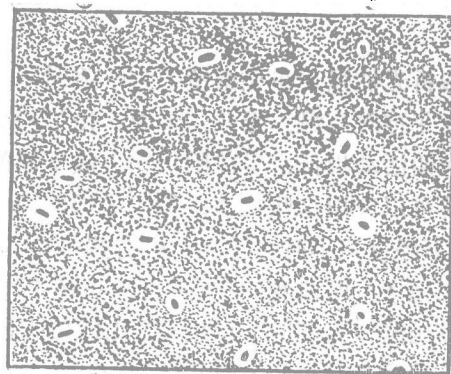


图 1—5 细菌的荚膜

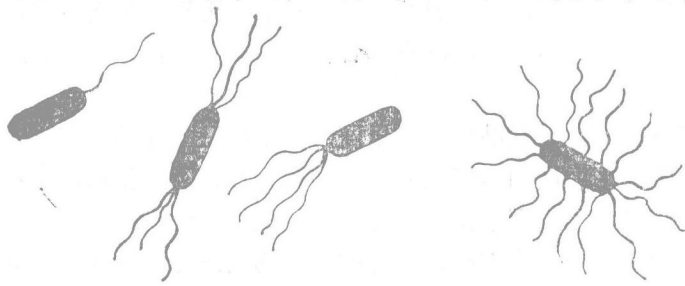


图 1—6 各种鞭毛类型

芽孢：某些杆菌生长到一定阶段，细胞内的原生质和核质浓缩起来，外面形成一层厚而致密的膜，成为一个休眠体，称为芽孢。

不同种类的细菌，其芽孢在菌体的位置、大、小都不同，有的位于菌体的一端，有的则在中间。有的芽孢膨大到比原来细胞大，有的芽孢和原来细胞一样大小或比原来细胞小（图 1—7）。

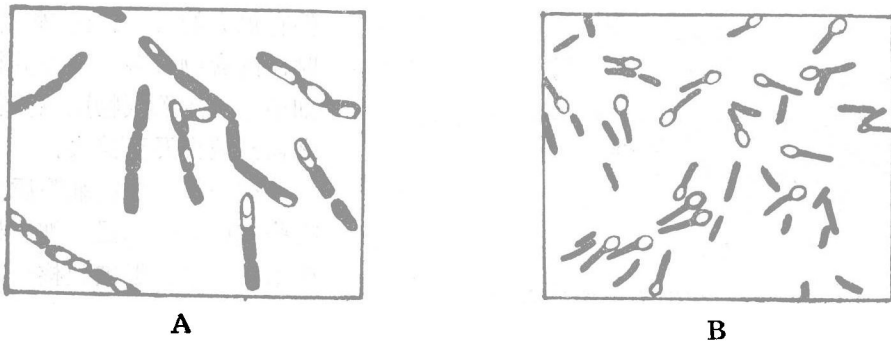


图 1—7 细菌的芽孢

A.芽孢杆菌属的芽孢；B.梭状芽孢杆菌属的芽孢。

没有生芽孢的细胞，称营养体，具有繁殖能力。一个细胞只能生成一个芽孢。形成芽孢后，细菌就丧失了繁殖能力。芽孢在适宜条件下发芽，成为营养体，一个芽孢发芽成一个营养体。故芽孢不是繁殖器官。在生产上，若发现形成芽孢，就意味着菌数不能增加了。

芽孢折光性强，在显微镜下为一透明体，芽孢壁厚，含水量少，化学物质不易渗透。所以芽孢对高温、光线、干燥、化学药品等环境条件有很强的抵抗力。同时由于芽孢内的代谢活动极低，呈休眠状态，故干燥的芽孢经过几十年还有生活能力。在菌种保藏方面就可以应用这些特性，制成干燥的沙土管，长期保存而不使菌种发生变异。芽孢在 100°C 下经过三小时可致死，但有些细菌的芽孢 100°C 下三小时仍具有生活力（如枯草杆菌的芽孢）。所以我们在微生物制品生产中，实验室工作中，灭菌时必须十分注意，一般用高压蒸气灭菌时，温度要在 120°C 以上，采用干热灭菌时，温度要提高到 160°C ，用蒸籠灭菌时必须采用间歇灭菌三次以上才能把芽孢杀死。

（三）细菌的繁殖和菌落特征

细菌的繁殖，普遍以一个细胞分裂成两个细胞的方式进行繁殖，简称裂殖，分类上