

全国中等农业学校试用教材

农业微生物学

山西省原平农业学校主编

植保、农学、果树专业用

农业出版社

全国中等农业学校试用教材

农业微生物学

山西省原平农业学校主编

植保、农学、果树专业用

主 编 山西省原平农业学校 杨珊珊
编 者 山西省原平农业学校 李志超
浙江省宁波地区农业学校 陈仁铎
审定者 叶维青 王大耜 沈寅初
万金精 彭洪光 张又新
芦仲善 程广生 徐 琪

全国中等农业学校试用教材
农 业 微 生 物 学
山西省原平农业学校主编

农业出版社出版 (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 14.25印张 307千字
1980年6月第1版 1980年6月北京第1次印刷
印数 1—12,500册

统一书号 16144·2153 定价 1.15元

前 言

本教材是根据全国中等农林学校教材编写会议精神，农业部有关编写教材指示，及当前中等农业学校教学需要，在广泛征求意见的基础上编写的。

教材内容力求贯彻理论联系实际，由浅入深，循序渐进的原则；并注意反映目前国内外农业微生物学的发展概况。共分为三篇。第一篇总论，第二篇各论，第三篇实验。为了便于学生掌握本学科的基础理论和操作技能，在每章末编写有复习题，在每个实验末，编写有实验报告要求和思考题。同时，还选编了一部分附录。

本教材因系几个专业通用，编写内容稍多一些。总论，各专业最好都学。各论和实验，各专业可根据自己的特点，对部分章节和实验，有所侧重和选择讲授，有些还可留给学生自学时作参考。

本教材的编写工作，是由上海市农业局牵头，在山西省忻县地区原平农业学校党委领导下进行的。编写过程中得到农业部和山西省农业局以及许多省市有关单位和大专院校的热情支持。有的对编写大纲提出了宝贵意见，有的对个别章节进行过审阅，中国科学院武汉病毒研究所等单位提供了不少照片，在此一并致谢。

本课程在中等农业学校是初次开设，教材深度和广度上一定存在不少问题，加之编写时间仓促，编者水平有限，内容错误之处在所难免，希望大家在使用过程中提出宝贵意见，以便进一步修改。

编 者

一九七九年四月

目 录

第一篇 总 论

第一章 绪论	1
第一节 什么是微生物	1
一、微生物的特点	1
二、微生物在生物进化中的地位	3
三、微生物的分类单位和命名	4
第二节 微生物与农业的关系	4
一、微生物对农业的有益作用	5
二、微生物对农业的有害影响	7
第三节 为祖国现代化努力学习农业微生物学	7
一、农业微生物学的研究对象	7
二、农业微生物学的发展概况	8
三、向农业微生物学的深度和广度进军	9
第二章 微生物的形态	13
第一节 原核细胞微生物	13
一、细菌	13
二、放线菌	26
三、蓝细菌	32
第二节 真核细胞微生物	33
一、酵母菌	34
二、霉菌	37
三、蕈菌	43
第三节 非细胞微生物	48
一、病毒的基本特征	48
二、噬菌体	50

三、植物病毒	54
四、昆虫病毒	58
第三章 微生物的营养	64
第一节 微生物的营养物质	64
一、微生物细胞的化学组成	64
二、微生物所需要的营养物质	66
第二节 微生物的营养类型	69
一、自养微生物(无机营养型)	70
二、异养微生物(有机营养型)	71
第三节 微生物对营养物质的吸收	72
一、微生物细胞膜的结构特性	72
二、影响营养物质通过细胞膜的因素	73
三、细胞对营养物质的吸收	75
第四节 微生物的培养基	76
一、培养基配制原则	76
二、培养基的类型	79
第四章 微生物的代谢	82
第一节 微生物的酶	82
一、酶的特性	83
二、酶的种类和应用	85
第二节 微生物的呼吸作用	86
一、微生物呼吸作用的类型	87
二、微生物呼吸作用的本质	90
三、微生物呼吸作用中的放热在农业上的利用	91
第三节 微生物的代谢产物	92
一、异化过程中的代谢产物	92
二、同化过程中的代谢产物	92
三、同化异化过程中的代谢产物	92
第五章 微生物的生长	95
第一节 微生物群体生长规律	96
一、微生物的生长曲线	96
二、生长曲线在生产实践中的应用	99

第二节 微生物生长量的测定	100
一、菌体数目测定	100
二、物质增长测定	101
三、代谢活性测定	102
第三节 微生物生长的环境因素	102
一、温度	102
二、酸碱度	104
三、空气	105
四、水分及空气湿度	106
五、渗透压	106
六、光及射线	107
第四节 消毒和灭菌	107
一、物理消毒灭菌法	108
二、化学消毒灭菌法	112
第五节 微生物的发酵	116
一、微生物发酵的类型和产品	116
二、微生物发酵的一般工艺	117
三、微生物发酵的主要管理	119
第六章 微生物的选育	122
第一节 微生物的遗传和变异	123
一、遗传和变异	123
二、微生物遗传变异的特点	124
三、微生物遗传变异的物质基础	124
第二节 微生物的选种	131
一、从自然界筛选	131
二、从生产中筛选	136
第三节 微生物的育种	136
一、基因突变	137
二、诱变育种	137
三、基因重组	144
四、杂交育种	144
五、遗传工程	147

第四节 菌种保藏与复壮	150
一、菌种保藏	150
二、菌种复壮	154
第七章 微生物在植物营养元素转化中的作用	158
第一节 微生物的生态系	159
一、土壤微生物生态系	159
二、植物微生物生态系	164
三、空气和水域微生物生态系	169
第二节 微生物在氮素转化中的作用	169
一、生物固氮作用	171
二、氨化作用	184
三、硝化作用	187
四、反硝化作用	189
第三节 微生物在碳素转化中的作用	190
一、纤维素的分解	191
二、果胶质的分解	194
第四节 微生物在矿质营养元素转化中的作用	195
一、磷的转化	195
二、钾的转化	197
三、硫的转化	198

第二篇 各 论

第八章 微生物农药	201
第一节 微生物治虫	201
一、微生物与昆虫疾病	202
二、细菌治虫	206
三、真菌治虫	217
四、病毒治虫	224
第二节 农用抗菌素	230
一、井冈霉素	231
二、内疗素	235
三、抗菌素治虫	236

四、抗菌素除草	239
第三节 微生物产生的植物激素	240
一、赤霉菌及其产生的赤霉素	240
二、赤霉素的产生	242
三、赤霉素的使用	243
第四节 微生物除草	246
一、“鲁保一号”菌的特性	246
二、“鲁保一号”的生产	247
三、“鲁保一号”的使用	248
第九章 微生物肥料	249
第一节 根瘤菌肥料	250
一、根瘤菌肥料的生产	250
二、根瘤菌肥料的使用	253
三、提高固氮活性的栽培管理措施	254
第二节 “五四〇六”菌肥	255
一、“五四〇六”菌的特性	255
二、“五四〇六”菌肥的生产	259
三、“五四〇六”菌肥的使用	263
第三节 其他微生物肥料	266
一、固氮菌肥料	266
二、磷细菌肥料	267
三、钾细菌肥料	270
四、复合菌肥	272
第四节 沼气发酵及其利用	272
一、沼气及其发酵原理	272
二、沼气发酵的条件	275
三、沼气池及其管理	276
四、沼气发酵产生的肥料及其使用	280
第十章 微生物饲料	281
第一节 青贮饲料	281
一、饲料青贮的方法	282
二、饲料青贮的微生物学原理	283

第二节 发酵饲料	286
一、提高粗纤维分解的微生物途径	287
二、发酵饲料的生产方法	289
三、发酵饲料的质量鉴定及使用	290
第三节 菌体蛋白饲料	291
一、酵母菌的饲用价值	291
二、菌体蛋白的生产途径	292
第四节 抗菌素和维生素饲料	294
一、抗菌素饲料	294
二、维生素饲料	295
第十一章 食用菌	297
第一节 双孢蘑菇	297
一、蘑菇的特征特性	298
二、蘑菇菌种培育	300
三、蘑菇栽培技术	303
第二节 黑木耳	306
一、黑木耳的特征特性	306
二、黑木耳菌种培育	310
三、黑木耳栽培技术	313

第三篇 实 验

实验课要求	318
实验室规则	319
实验一 微生物形态观察	320
实验二 微生物培养技术	333
实验三 微生物细胞测量和计数	343
实验四 微生物纯种分离	353
从土壤中分离各类微生物	353
从根瘤中分离根瘤菌	358
从病虫上分离杀虫细菌	360
从虫体中分离多角体病毒	362

实验五 微生物诱变育种.....	364
无机磷细菌紫外线诱变育种	364
“五四〇六”亚硝酸诱变育种	366
实验六 菌种复壮.....	368
白僵菌虫体复壮	369
“鲁保一号”菌菟丝子幼芽复壮	370
实验七 菌种保藏.....	371
实验八 微生物生理生化特性检验	374
实验九 微生物固体培养.....	383
苏云金杆菌类杀虫剂固体培养生产	383
“五四〇六”菌肥菌种粉的生产	386
实验十 微生物制品检验.....	387
一般抗菌素效价测定	388
井冈霉素效价测定	394

附 录

附录一 玻璃器皿的准备.....	400
附录二 接种室的设备和使用管理	404
附录三 常用培养基配方.....	408
附录四 常用化学试剂规格及酸碱的比重和浓度	417
附录五 常用溶液的配制.....	417
附录六 常用消毒剂的配制	418
附录七 常用染色液和封盖剂的配制	420
附录八 常用试剂及指示剂的配制	425
附录九 常用缓冲溶液的配制	428
附录十 常用原料营养成分表	430
附录十一 小型微生物厂主要仪器及设备	433
菌名索引	435

第一篇 总 论

第一章 绪 论

第一节 什么是微生物

在自然界中，除了多种多样的动物、植物以外，还有一大类形体微小的生物，它们小得一般肉眼看不到，称为微生物。微生物主要包括病毒、枝原体、立克次氏体、细菌、放线菌、真菌、单细胞藻类和原生动等。

在自然界里，微生物引起的现象相当普遍。如人、动物和植物的传染病，作馒头、面包时的发酵作用，酒、醋酿造，泡菜发酸，衣物生霉，食物变坏，肥料沤制等，都是微生物生命活动的结果。

我们在科学实验和生产斗争中，为了利用微生物有利的方面，转化其有害的方面，就必须认识它，了解它。

一、微生物的特点 微生物和其它生物一样，具有一切生命活动的共同特点，诸如新陈代谢、生长繁殖、遗传变异等。但是，也有与一般生物不同的特点：

(一) 形体微小，结构简单 微生物的形体微小，要通过显微镜放大才能看清。微生物的大小通常用微米 (μm) 为单位表示，1 微米等于千分之一毫米。真菌中霉菌菌丝的直

径为3—10微米，细菌的直径一般为0.5—1微米。至于病毒，就更小了，几十个或几百个才有细菌那么大。最大的病毒直径为0.3微米，最小的则在0.01微米以下，在普通光学显微镜下看不见，要在电子显微镜下才能看到。

微生物的结构也很简单，许多是单细胞的，有的还是非细胞形态的。

(二) 分布广，种类多 微生物分布很广，不论土壤内、矿井下、水中、空气里及动物、植物、人体内部或表面，都有大量的微生物存在。以土壤内最多，一克土壤中就有微生物几亿至几十亿。微生物的种类也是可观的，现已发现的真菌约十万种，细菌二千多种，放线菌一千多种。有人估计，这个数字仅为整个微生物数量的十分之一，所以更大量的微生物资源有待我们去发掘。

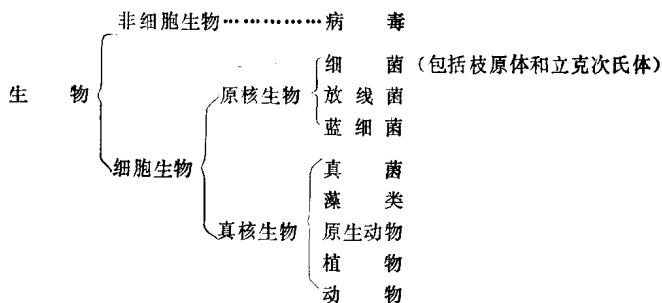
(三) 生长繁殖快 微生物繁殖速度要比动、植物快得多。有些细菌，在条件适宜时，每20分钟就可繁殖一代，24小时就是72代，其数量可达4万亿亿个。这一点对有益微生物来说，可利用其生长繁殖快、容易培养的特点，大大提高生产率。对病原微生物来说，稍不注意，就会造成动植物病害的流行。

(四) 代谢能力强 微生物的每一个细胞，基本上都能独立生活，能充分与外界环境接触，迅速地从中吸取养料，并排出大量的、多样性的代谢产物。据推算，在适宜条件下，微生物一昼夜合成的物质，相当于本身体重的30—40倍，这是其它生物所不能与之相比的。

(五) 易发生变异 微生物个体微小，对外界条件敏感，当环境剧烈变化时，大多数容易死亡，只有极少数能发生变

异适应新的环境。这有利于有目的地进行诱变育种，但是控制不好也易引起菌种退化。

二、微生物在生物进化中的地位 微生物不是生物界的一个独立类群。现代生物学观点认为，整个生物界区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；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、真菌和原生动物三个类群，它们中的大多数是微生物。从藻类进化发展成高等植物，从原生动物进化发展成高等动物。各类生物之间的关系可用下图表示：



原核细胞和真核细胞的区别是近二十年来现代生物学研究的新发展。根据电子显微镜研究，原核生物和真核生物的主要区别是：原核细胞的核质外没有核膜包围，细胞内不含任何细胞器，细胞一般是进行直接分裂。而真核细胞有结构完整的细胞核，由核膜将细胞核与细胞质分开，细胞内有各种细胞器（线粒体、叶绿体等），细胞可进行有丝分裂和减数分裂。

三、微生物的分类单位和命名 微生物的分类单位和动植物一样,以种为单位。相近的种归为属,相近的属归为科。种以下还可分为变种、菌株等。

微生物的命名,国际上通用“双名法”(病毒除外)。每种微生物的名称(学名)和动植物一样,也是由两个“拉丁字”——即一个属名(在前)和一个种的定名形容词组成。属名的第一个字母必须大写,而种名则一律小写。在印刷时,学名用斜体字;手写时,在下面加一横线。实际上完整学名,还要在种名后面加上给这个种命名的人的姓。命名人的姓一律用正体字。如黄曲霉 *Aspergillus flavus* Link,第一个字是曲霉的属名,第二个字是种名(黄色的意思),第三个字是命名人的姓。微生物的中文名称,有的是按学名译出的,有的则是按我国习惯重新命名的,一般也由一个定名的形容词和一个属名或属名简化名词(在后)构成。如黑曲霉、米曲霉、枯草杆菌、圆褐固氮菌等。在生产实践中,当一个菌种未进行鉴定以前往往用微生物菌株的名称,有的采用编号,有的采用代称名字,也有代称与编号合在一起的。如“五四〇六”、“鲁保一号”等。这些名称没有统一命名的规定,大多是选育菌株的单位根据自己的习惯起名的,其目的只是将具有不同性状的菌株加以区别。

第二节 微生物与农业的关系

微生物与农业的关系十分密切,涉及到土壤肥料、作物营养、植物保护、畜牧兽医、动力能源、环境保护、农产品加工及综合利用等许多方面。其中有有益的,也有有害的。

一、微生物对农业的有益作用 微生物对农业生产的有益作用，可归纳为以下几个方面：

(一) 提高土壤肥力 微生物是构成土壤肥力的主要因素之一。土壤中有机的分解，矿物质的转化，腐殖质的形成，都是微生物的作用。积肥、沤肥也离不开微生物。有机肥料要在微生物的作用下才能腐熟；肥料施入土壤，要先经微生物转化，才能被植物吸收利用。为此，我们的一切耕作、培肥和栽培管理措施，都应考虑为有益微生物创造良好的生育条件，以更好地提高土壤肥力。利用有益微生物，制成微生物肥料施入土壤，就是一种积极有效的措施。另外，有的微生物有很强的嗜碱性，可利用其改造盐碱地。

(二) 扩大肥源能源 沼气是一种较好的微生物能源。大办沼气不仅可以解决燃料、照明；还可以扩大肥源，为农业生产提供大量优质有机肥料；改善环境卫生，除害灭病；代替柴油、汽油开动机器，提供新的动力资源，加速农村机械化的步伐。

(三) 促进作物生长 微生物除了对土壤肥力和肥料质量产生影响之外，还有直接营养植物的作用，这些作用可以概括为根际营养和共生营养两个方面。根际营养是根际微生物的作用，主要是：分解根周围土壤中的复杂有机物质，成为有效养分；通过固氮作用增加有效氮量；产生酸，溶解不溶性盐类使其有效化；产生维生素、生长刺激素类物质，促进根系发育和植物生长；分泌抗菌素类物质，抵抗病原菌的侵害。共生营养是以形成根瘤和菌根等形式进行的。现已发现这种内共生菌具有合成氨基酸、色素和其他复杂有机物的能力。

(四) 防治病虫杂草 有些微生物可以产生具有抑制或杀死植物病原菌的物质，它们可以被用作防治植物病害的药剂，这就是农用抗菌素。农用抗菌素具有选择性强、使用浓度低、易分解、对人畜毒性小或无毒性等优点，有些还有内吸治疗作用，是一类比较理想的农药。近年来还获得了能够杀虫的抗菌素。

有些微生物可以引起昆虫致病死亡；有些微生物可以寄生在杂草上致使杂草死亡；有些微生物的代谢产物还可以引起田鼠死亡。在当前化学农药引起公害日趋严重的情况下，发展微生物这种新型农药，更有其重大意义。

(五) 改善饲料品质 微生物与家畜饲料的关系也极为密切。有些微生物可将秸秆、皮壳、树叶、青草等粗饲料进行转化，增加适口性；有些微生物细胞本身就具有丰富的蛋白质、维生素、胡萝卜素等营养，可直接作为家畜的精料；有些微生物产生的抗菌素，能对幼畜产生防病和刺激生长作用。还有，如青草、多汁饲料等，通过微生物发酵后，可提高营养价值和延长保存时间。

(六) 进行环境保护 某些化学农药的施用和工厂的“三废”对生活环境和耕作土壤造成“公害”。研究有毒物质的微生物转化，实行综合利用，变害为利，也是微生物应用的重要内容。

假单孢杆菌属的某些种如溶胶假单孢杆菌，对含氰化合物有氧化力；假单孢杆菌属中一些种，具有利用和降解“六六六”的能力；菜豆根瘤菌对某些酚类化合物具有较强的降解力；大豆根瘤中的类菌体亦有利用酚类化合物的能力；欧氏植病菌的一个种能使 DDT 分子在乙烷部分脱氯；某些真