

微生物学

全国高等农业院校试用教材

微生物学

陈华癸 樊庆笙 主编

农学、土化专业用

农业出版社

73
15

版
社

全国高等农业院校试用教材

微生物学

陈华癸 樊庆笙主编

农学、土化专业用

农业出版社

主 编	陈华癸	樊庆笙			
编写人	万金精	方宇澄	刘梦筠	叶维青	陈华癸
	李阜棣	胡正嘉	钱泽澍	樊庆笙	
审稿人	万淑婉	王毓庆	余 萃	吴文礼	张 扬
	张梦昌	李志超	李季伦	李政祥	李淑高
	杨洁彬	郝余祥	郝锡宓	胡美玲	姜无忌
	郭恒聪	秦 京	黄怀琼	温琼英	

全国高等农业院校试用教材

微 生 物 学

陈华癸 樊庆笙主编

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

787×1032 毫米 16 开本 20 印张 430 千字
1979 年 12 月第 1 版 1982 年 5 月北京第 4 次印刷
印数 47,301—63,800 册

统一书号 16144·1973 定价 2.10 元

修订第三版序

参加本书编写的人员于1977年12月在武汉举行了《微生物学》教材编写会议。会议认真讨论了农林部(77)农林(科)字第83号文件所提出的教材编写原则,总结了微生物学教材建设的经验。一致认为,二十八年来在毛主席革命路线指引下,各校微生物学课程不断改进,取得了成绩。农业出版社出版的高等农业院校试用教材《微生物学》已出过两版,这次编写的教材可以做为这本书的第三版。会议提出,在第三版中要努力做到以下四点要求:①加强基础理论,反映七十年代微生物学的重要发展;②总结我国的新鲜经验,反映我国农业微生物的发展现状;③贯彻少而精的原则,篇幅从第二版的四十五万字减到三十万字以内;④提高教材的科学性、严谨性。

本教材主要供农业高等学校农学专业和土壤农化专业的微生物学课程使用,农学类其它专业也可以参考使用。由于各校各专业微生物课程的学时数不完全相同,内容侧重也不一致,在使用本教材时可以斟酌取舍。

和第二版对照,本版在下列几点上做了较大修订:①绪论中简述微生物学发展史部分增添了关于微生物学分子生物学发展时期的介绍;②细菌、真菌和病毒三大类微生物分章阐述;③关于微生物的遗传和变异着重于在分子生物学水平上阐述基础理论知识;④由于生物固氮研究在近二十年中有重大发展,本版中做了重点介绍;⑤编写了《土壤生物活性》一章,从整体上阐述土壤微生物的生命活动及其对土壤肥力和农业生产的影响,以及环境的微生物净化问题;⑥关于《微生物与肥料》、《微生物与饲料》、《抗菌素和植病防治》、《微生物和害虫防治》和《沼气发酵》等问题都分章阐述,以利于不同专业的分别取舍;⑦编写了术语索引和微生物中名、学名对照表。本版中尽可能采用贝捷:细菌鉴定手册第八版中列举的细菌学名。

目 录

修订第三版序

绪论	1
第一节 微生物学的研究对象;微生物的生命活动对农业丰产的意义	1
第二节 微生物学发展简史	2
一、人类在发现微生物以前,对微生物作用的感性知识和利用	2
二、微生物的形态学发展阶段	3
三、微生物学的生理学发展阶段	3
四、微生物学的分子生物学发展阶段	4
五、微生物学的分科	5
第三节 农业和土壤微生物学的发展	6
第一章 原核微生物——细菌、放线菌、蓝细菌	8
第一节 细菌	9
一、细菌的形状和大小	9
二、细菌的构造	11
三、细菌的繁殖和菌落形成	16
四、常见细菌类群的代表	18
第二节 放线菌	22
第三节 蓝细菌(蓝藻)	25
第四节 原核微生物的属、种和命名	27
第二章 真核微生物——真菌	29
第一节 真菌的一般形态	29
第二节 卵菌及其代表——绵霉属	32
第三节 接合菌及其代表	33
一、毛霉属	33
二、根霉属	34
第四节 子囊菌及其代表	35
一、链孢霉属	36
二、赤霉属	37
第五节 担子菌	37
一、一般形态	37
二、担子菌的代表	39
第六节 半知菌及其代表	40
第七节 酵母状真菌	44

第三章 非细胞生物——病毒	47
第一节 病毒的一般特性	47
第二节 病毒的分类和隐码	50
第三节 噬菌体	51
第四节 植物病毒	55
第五节 昆虫病毒	56
第四章 微生物的代谢和生长	61
第一节 微生物的代谢和酶	61
一、代谢	61
二、酶和酶促反应	62
第二节 微生物的营养和同化作用	64
一、微生物的营养物质	64
二、微生物吸收营养物质	66
三、微生物的营养型	67
四、微生物合成细胞物质	69
五、微生物的次生代谢产物	70
第三节 微生物的呼吸和能量代谢	72
一、呼吸基质和能源	72
二、微生物的呼吸类型	73
三、ATP——能量转移站	76
第四节 环境条件的影响	79
一、温度	79
二、湿度	81
三、氢离子浓度 (pH)	82
四、通气和氧化还原电位	83
五、光和射线	84
六、化学药物	85
第五节 微生物的生长	88
一、微生物的生长	88
二、微生物的生长量和测定	88
三、细菌纯培养的生长曲线	90
第五章 微生物的遗传与育种	93
第一节 微生物的遗传本质	93
第二节 遗传的物质基础	95
一、遗传物质——DNA	95
二、遗传因子——基因	100
第三节 遗传信息的传递	103
一、中心法则	103
二、遗传密码	105
第四节 基因突变和诱变育种	106
一、基因突变	106

二、诱变育种	107
第五节 基因重组和杂交育种	114
一、基因重组	114
二、细菌的杂交育种	115
三、霉菌的杂交育种	117
四、基因工程	119
第六章 微生物的生态系	122
第一节 土壤—微生物生态系	122
一、土壤是微生物生活的良好环境	122
二、土壤中的微生物	123
三、土壤微生物区系	127
第二节 植物—微生物生态系	129
一、根际微生物	130
二、附生微生物	132
三、植物与微生物共生体	133
四、植物的寄生微生物	136
第三节 空气和水域—微生物生态系	136
一、空气中的微生物	136
二、水域—微生物生态系	137
第七章 分子态氮的生物固定	139
第一节 固氮微生物	139
第二节 生物固氮作用的机理	140
一、固氮酶及其作用的基本条件	140
二、固氮酶的催化反应	141
三、固氮作用中的能量与电子	141
四、氧气对固氮作用的影响	142
五、固氮作用中的氮效应	142
第三节 自生固氮作用	143
一、自生固氮微生物	143
二、某些土壤因素对自生固氮作用的影响	149
第四节 根瘤菌和豆科植物的共生固氮作用	149
一、根瘤菌	150
二、根瘤的形成及根瘤的结构和功能	152
三、结瘤和固氮作用的遗传学关系	157
四、影响共生固氮作用的因素	158
第五节 其它共生固氮作用	163
一、内生菌和非豆科植物的共生	163
二、蓝细菌和植物的共生	165
三、蓝细菌和真菌的共生——地衣	166
四、联合固氮作用	166
第八章 有机物质的分解	169

第一节 不含氮有机物质的分解	169
一、淀粉和糖的分解	170
二、纤维素的分解	178
三、果胶物质和半纤维素的分解	184
四、其它不含氮有机物的分解	185
第二节 含氮有机物质的分解	187
一、蛋白质的氨化作用	188
二、尿素和几丁质的氨化作用	191
三、含硫、含磷有机物质的分解	193
第九章 无机化合物的微生物转化	197
第一节 硝化作用和反硝化作用	197
一、硝化作用	197
二、反硝化作用	199
第二节 无机硫化物的微生物转化	200
一、无机硫化物的氧化	200
二、硫酸盐的还原	202
第三节 无机磷化物和和其它矿质元素的微生物转化	203
一、无机磷化物的转化	203
二、铁的氧化还原和铁细菌	205
三、锰的氧化还原	206
第十章 微生物与土壤的生物活性	207
第一节 土壤是无机、有机、生物复合体	207
第二节 土壤的酶和酶促作用	208
一、土壤酶	208
二、土壤的酶促作用	210
第三节 土壤中有机质分解的动态	213
一、土壤中植物残体分解的强度	214
二、不含氮有机成分的分解	214
三、有机物质分解中C、N比的影响	215
四、水稻田土壤活性的特点	216
第四节 腐殖质的形成和分解	218
第五节 自然界元素的生物循环	223
第六节 污水的微生物净化和污水灌溉	225
一、生活污水的净化	226
二、工业废水的净化	226
三、污水灌溉	227
第七节 化学农药在土壤中的微生物降解	229
第十一章 微生物与肥料	233
第一节 有机肥料积制的微生物学过程	233
一、堆肥	234
二、沤肥	236

第二节 根瘤菌接种剂	237
一、根瘤菌接种剂应用的发展概况和增产效果	237
二、生产根瘤菌剂的质量要求	239
三、保证根瘤菌剂接种有效的条件	240
四、目前推广应用根瘤菌剂中存在的几个问题	242
第三节 “5406” 菌肥	243
一、“5406” 放线菌的生物学特性	243
二、“5406” 放线菌的作用	244
三、“5406” 菌肥的生产和质量鉴定	244
四、“5406” 菌肥的应用	246
第十二章 微生物与饲料	247
第一节 乳酸发酵在饲料加工中的应用	247
一、青贮饲料	247
二、糖化饲料	248
第二节 提高饲料中粗纤维营养价值的微生物途径	249
一、纤维及其应用	249
二、人工瘤胃	250
第三节 微生物蛋白质饲料	251
一、利用植物性废弃物作原料	252
二、天然气和石油原料	252
三、利用光能和二氧化碳	253
第十三章 抗菌素和植病防治	254
第一节 抗生素和抗菌素	254
一、抗生素	254
二、抗菌素	255
第二节 农用抗菌素	258
一、农用抗菌素的特性	258
二、抗菌素对植物寄主抗病性的影响	260
第三节 抗菌素产生菌和新抗菌素的筛选	260
一、抗菌素的来源	260
二、筛选的一般程序	261
第四节 抗菌素在植病防治中的应用	263
一、应用范围	263
二、应用技术	263
第十四章 微生物和害虫防治	269
第一节 昆虫病原细菌和害虫防治	269
一、苏云金杆菌	270
二、乳状病芽孢杆菌	274
第二节 昆虫病原真菌和害虫防治	275
一、昆虫病原真菌的种类及其致病特点	275
二、白僵菌	276

第三节 昆虫病毒和害虫防治	277
一、昆虫病毒的致病过程和症状	278
二、病毒制剂的生产	279
三、昆虫病毒的应用	280
附：血清反应	281
第十五章 产甲烷细菌和沼气发酵	288
第一节 自然界沼气的形成	288
第二节 产甲烷细菌的一般特性	288
一、产甲烷细菌的形态特征	288
二、产甲烷细菌的生理特性	289
三、产甲烷细菌的代表	289
第三节 产生甲烷的微生物学机制	290
一、产甲烷细菌和非产甲烷细菌的联合作用	290
二、种间 H_2 的转移作用	291
三、醋酸产生甲烷的作用	292
四、产生甲烷的生化过程	292
第四节 产甲烷细菌的生态特性	293
一、产甲烷细菌的生态分布	293
二、影响产甲烷细菌分布的因素	293
第五节 沼气发酵的应用	294
一、沼气发酵和生物能的利用	294
二、沼气发酵池的设置	294
三、沼气发酵的工艺技术要点	295
索引	299
生物学名汉拉对照	306

绪 论

第一节 微生物学的研究对象；微生物的 生命活动对农业丰产的意义

细小的肉眼看不见的生物称为微生物。研究微生物的生命活动的科学称为微生物学。微生物包括细菌和类似的微小生物、食菌体和病毒、酵母菌、霉菌、一些微小的藻类植物和原生动植物。

微生物学研究微生物的形态学（包括细胞学）、分类学和生理学；研究它们生活的环境条件和它们在自然界中所起的作用，以及控制它们生命活动的方法。本书在阐明微生物生命活动的规律的基础上，着重讨论与农业生产有密切关系的问题。实践说明，微生物的生命活动对农业丰产有重大的意义。

首先，微生物对土壤肥力的形成和发展有本质上的联系。土壤和岩石对比，前者含有一种植物生活所必需的并且是后者所缺乏的成分，即氮素化合物。微生物的固氮作用是土壤中含氮物质的根本来源。土壤中含氮物质的积累、转化和损失与微生物的活动有十分密切而复杂的关系。微生物对于岩石矿物的风化也起着十分重要的作用。岩石矿物可以被微生物分解而变为溶解性的无机化合物，变为植物可以吸收的状态。

每克土壤中含有几亿到几十亿个微生物，这些微生物使得土壤具有了生物的性能。这表现在：①在土壤中进行着旺盛的生物循环，有机物质不断地无机质化，腐殖质不断地形成着和消失着；②土壤具有生物吸收的性能。土壤的生物性能对于土壤的保水、透气、供肥、保肥，以及冷、暖、刚、柔等肥力因素都有十分重要的意义。

土壤耕作和各种改良土壤的农业技术措施都对土壤微生物的生命活动起着不同程度的影响，这些影响改变了土壤中微生物生命活动的性质和强度，反过来也就改变了土壤的肥力。

在高等绿色植物根系范围以内，生活着大量的微生物——根际微生物，它们和高等绿色植物的生活有着紧密的关系。根际微生物对高等绿色植物起着有利或者有害的作用。例如，根瘤菌和豆类植物共生，使得豆类植物能够利用空气中的氮气作为氮素养料，不仅对豆类植物本身有利，对于整个植物界，对于各种农作物都有直接或间接的有益作用。相反地，在植物根际也生活着一些造成植物病害的病原菌，它们对植物起着危害的作用。高等植物根的分泌物以及脱落的细胞组织（如根毛、根冠细胞等）是微生物的良好养料。微生物

吸收利用这些养料,进行旺盛的生命活动。在这旺盛的生命活动过程中,将有机物质分解为无机物质。这些无机物质反过来又成为高等绿色植物能够吸收利用的养料。此外,在微生物的生命活动过程中还分泌一些维生素类物质。这些物质对于提高农业生产的重要性正在日渐明了中。

有机肥料的堆积制备过程是微生物旺盛生活的过程;通过微生物的生命活动,才把有机物质改造成为优良的腐殖质肥料。有机肥料施入土壤中后,除一部分养料可以被植物直接吸收利用外,绝大部分的植物养料要先经过微生物的分解作用和转化作用才能变为植物可以直接吸收的状态。

速效性的化学肥料施入土壤中后,虽然它本身是处于植物可以直接吸收的状态,但在实际上只有一小部分直接地被植物吸收了,大部分则先经微生物吸收、同化,然后再逐渐分解供给植物不断地吸收利用。

菌肥是活的微生物制剂,施用菌肥的目的是补充土壤中起特定作用的微生物数量的不足或者代替品质低劣的微生物,从而促进土壤微生物的旺盛活动。

农业生产的一项重要科学技术就是和植物病害作斗争,也就是说,主要是和病原微生物作斗争。

与植物病原微生物所引起的危害作用相反,有些微生物又是防治植物病害和虫害的有力手段。应用微生物分泌的抗菌素防治植物病害和应用微生物杀死害虫是植物病虫害的生物防治科学技术的重要组成部分。

此外,农产品的贮藏和加工,很多是利用有益微生物的作用或者是抑制有害微生物的作用的科学技术。

综上所述,微生物学和农业科学技术的关系十分密切,它是农业科学的基础理论的一个方面,同时也是农业科学中的一个专门科学。

然而,微生物的作用还不只限于农业生产,它也广泛应用于工业生产,包括食品工业、药物工业和发酵工业。同时,有许多种微生物的作用是对人畜有害的,它们是医药卫生科学研究的对象。

第二节 微生物学发展简史

一、人类在发现微生物以前,对微生物作用的感性知识和利用

人类第一次在显微镜下看见细菌是在十七世纪末叶。在这以前,人虽然不知道世界上有微生物,可是,在生产和日常生活中,以及在医药卫生方面,我们的祖先积累了不少关于微生物作用的经验规律,并且控制这些规律,创造财富,消灭病害。

积肥、沤粪、翻土压青、有意识地创造适宜的有机质肥料的腐熟条件等等是人在农业生产中控制微生物的生命活动的规律的生产技术。公元前一世纪,《汜胜之书》中就已指出,

肥田要熟粪。书中写道：“树高一尺，以蚕矢粪之；（树三升）。无蚕矢，以溷中熟粪粪之，亦善；（树一升）”。与豆类作物换茬或间作，利用豆类植物的共生性固氮作用来改善植物营养条件，也是古老的生产经验。在氾胜之书，提出瓜与小豆间作。五世纪，贾思勰著的《齐民要术》反复强调小豆茬的后作物产量比其他茬口要高。例如，书中写道：“凡谷田，绿豆小豆底为上；麻、黍、胡麻次之；芜青大豆为下”。又写道：“凡黍稷田，新开荒为上；大豆底为次；谷底为下”。

酿酒、造醋、发面、制造麦芽糖、腌制酸菜、泡菜、盐渍、蜜饯等等，是人类在食品工艺中控制和利用微生物生命活动的规律。从殷墟发掘出来的器皿中，就有贮酒、饮酒的器皿。甲骨文字、钟鼎文字中都有酒字。这些证据说明了最晚在殷商时代（三千年以前），造酒技术（亦即一种控制微生物生命活动的技术）已经很发达了。礼记月令篇中有酿酒技术的记载。贾思勰著《齐民要术》中对于制曲、酿酒有详细技术说明，书中“黄衣”、“黄蒸”等名词的提出，证明当时已经看见而且认识了特种的微生物〔即现称为米曲霉（*Aspergillus oryzae*）的〕，并且认识到它在酿酒中的作用和培养利用它们的方法。

种痘预防天花是祖国古代医学的伟大贡献。在预防疾病方面，祖国的古医学中积累了很丰富的科学遗产，是祖先留给我们的宝贵财富。

古代知识的积累不是一人一时的事，劳动人民历代相传的生产知识，不断地传递着，也不断地丰富着。古籍中所载仅是九牛之一毛，尤其是农业方面，经验知识掌握在劳动农民手里，而文字笔墨却掌握在脱离生产的、轻视劳动的士大夫手里，记载下来的是极少数，正确而详细的记载更少。因此，学习农业生产知识的丰富遗产，主要不是在典籍中，而是在广大的劳动人民的生产实践中。

二、微生物的形态学发展阶段

吕文虎克（Antony van Leeuwenhoek）是最先发现细菌并把它们记载下来的学者。十七世纪中叶是资本主义开始发展的时代。由于航海业的需要，促进了光学技术的研究，显微镜技术随着发展了。吕文虎克用他自己制造的、能放大 160 倍的显微镜观察牙垢、雨水、井水以及各种有机物质的浸出液，发现了许多“活的小动物”。他在 1695 年发表了《吕文虎克所发现的自然界的秘密》一书，详细地记载了他的发现，这是细菌的首次记载。

显微镜技术的发展不仅创造了发现细菌的必要条件，霉菌、藻类等微生物虽然肉眼可以看得见，但只有在显微镜技术发展之后，人们才能对它们进行较好的形态学的研究。因此，在十八世纪这一整世纪中，微生物形态学有长足的发展。

然而在这一百年中，人们虽然看见了微生物，也进行了简单的观察和分类，但是对于微生物的生活规律，以及它们和人类生活的密切关系仍然是漠然无知的。

三、微生物学的生理学发展阶段

到十九世纪初、中叶，随着资本主义工业和科学技术的进一步发展，微生物学作为资

本主义生产力发展的一个方面，也有巨大的发展。这种发展集中地表现于十九世纪法国著名学者巴斯德 (Louis Pasteur) 的划时代的学术贡献中。巴斯德的工作包括了微生物学的各个主要方面，从而开始了微生物学发展的第二阶段——生理学阶段。

在酿造工业方面，发酵作用的规律和微生物对于发酵究竟具有什么作用，是当时酿造工业急待解决的科学问题。巴斯德通过一系列严格试验，证明了发酵是微生物的生命活动结果，控制它们的生活条件是酿造科学的基本任务。巴斯德证明了葡萄汁酿造成酒是一种微生物（酵母菌）的作用，而酒变坏，产生醋酸或乳酸，则是另外的微生物（醋酸菌和乳酸菌）的作用。这些细菌需要不同的生活条件，控制发酵条件可以控制微生物的发展情况，得到预期效果。这个研究成果，应用到酿造工业中去，对于酿造工业起了巨大的技术革新作用。巴斯德关于酿造学的研究还对生理学基本问题之一——呼吸作用提出了更深刻的见解，他指出，发酵就是无氧呼吸。

当时，蚕丝生产受到蚕病的严重危害。巴斯德发现蚕的微粒子病是由于微生物的传染和危害，并且提出了隔离病原、防止传染的有效方法。他从蚕病的研究又转入人畜病害的研究，奠定了传染病的病原菌说，促使医药卫生科学起了革命性的进展。巴斯德更进一步将传染病的病原菌学说和古老的免疫知识结合起来，在实践和理论上将免疫学发展成为一门现代科学。

巴斯德的辛勤工作奠定了微生物的科学基础。与巴斯德同时和以后，随着微生物学的飞速发展，涌现了许多优秀的微生物学家。柯赫 (R. Koch) 对于传染病的病原菌学说有重要贡献，并且创造了许多研究微生物的方法，包括利用固体培养基和分离培养细菌的技术等。

在生理学方面，布赫纳 (E. Buchner) 于 1897 年研究磨碎了的酵母菌的发酵作用，因而把酵母菌的生命活动和酶的化学紧密地联系起来。微生物和生物化学互相推动，发酵生理学和酶化学互相推动，使科学在微生物的代谢作用方面积累了宝贵的知识，大大促进了社会生产力的发展。

伊万诺夫斯基 (П. И. Ивановский) 于 1892 年发现烟草花叶病的病原菌是一种比细菌小得多，光学显微镜所不能看见的生物，称之为病毒，并创造了传染病的病毒学说。这项发现还扩大了人类对于微生物界领域、对于整个生物界领域的认识。更重要的是，病毒的发现，是生物与非生物之间存在着发生学联系这一论点的进一步的物质证据。

四、微生物学的分子生物学发展阶段

分子生物学在五十年代以来的二、三十年中取得的卓越成就，深刻地影响了生物科学的各个方面。电子显微技术揭开了细胞内部构造和器官（细胞器）的研究，深入到光学显微技术达不到的细微程度。细胞匀浆和各种分离方法能够将各种细胞组分分离开来并不破坏它们的构造和功能。同时，对于组成细胞主要化学成分的长链化合物（核酸、蛋白质、类脂）的物理学、化学和生物学研究也取得了卓越的成就。这些成就更深刻地阐明了细胞

内部的构造和功能的联系、基因与表现的联系。对于细胞内部形态的研究阐明了非细胞生物（病毒、噬菌体）和细胞生物的区别和联系，以及原核生物（细菌和蓝藻）和真核生物的区别和联系。

脱氧核糖核酸作为遗传信息的储存和传代物质首先是埃弗里、马克洛埃德和马克卡提(O. T. Avery, C. M. Macleod and M. McCarty 1944)在细菌中发现的。他们将光滑型肺炎链球菌的脱氧核糖核酸抽提出来，加到粗糙型肺炎链球菌的培养物中去，结果，粗糙型肺炎链球菌产生了光滑型变株。这项研究最先指出了脱氧核糖核酸是储存遗传信息的物质基础。1953年华特生和克里克(J. D. Watson and F. H. Crick)发现了细菌基因体(染色体)的脱氧核糖核酸长链的双螺旋构造。1961年牙科布和摩诺得(F. Jacob and J. Monod)提出的操纵子学说，又指出了基因表达的调节机制以及它们和外部因素的联系。接着一系列卓有成效的研究阐明了脱氧核糖核酸的双螺旋在细胞分裂过程的复制机制和双螺旋的局部变化和基因突变的直接联系。同时也阐明了遗传信息的表达过程，即遗传密码的转录和翻译过程。这个过程包括：具有特定遗传信息的脱氧核糖核酸构造指导特定信使核糖核酸的构造的合成作用（转录），以及信使核糖核酸在转移核糖核酸的帮助下决定特定蛋白质构造的合成作用（翻译）。我们早已知道，蛋白质组成的特异性，尤其是具有酶活性的蛋白质组成的特异性是不同物体和株系的物质代谢特征的内在根据，而形态特征则是代谢特征在形态上的表现。综合以上知识，就在分子水平上大体地勾划出了生命活动的完整过程。

这些研究工作的重大进展主要是以微生物为研究对象取得的，同时也改造和发展了人们对于微生物的认识。在新的基础上研究微生物的形态学、生理学、遗传学和分类学，并新的基础上开展应用微生物学的研究。

五、微生物学的分科

按照国民经济和社会生产的需要，微生物学首先是按任务分科的，可以分为医药微生物学（包括人畜病害）、工业微生物学和农业微生物学。

医药微生物学在十九世纪后半世纪的坚实基础上丰富着，发展着。各种病害的病原菌的不断发现，免疫学和血清学的发展，化学治疗的发展，使医药微生物学的分科分得更细致。微生物的对抗现象的研究，发展成为一门新的学科——抗菌素科学。

抗菌素科学最先是作为医药微生物学的一个分科发展起来的，这是一门在本世纪四十年代才发展起来的科学。二十多年来，人们以极大的力量研究抗菌素的理论和实际，抗菌素科学有了飞跃的发展。这不仅丰富了医药科学，也丰富了农业科学和微生物学的基础理论。

工业微生物学首先是和酿造工业密切结合的。发酵微生物学的发展，不仅提高了酿酒和其他副食品发酵的工艺水平，而且为化工原料开辟了新的途径。有机化学工业的发展需要许多种有机原料和有机溶剂，其中不少是用发酵方法制的，例如丁醇、丙酮、丁二醇等。

大型发酵工业，虽然以农产品为主要原料，但是就其规模和技术要求来说，早已从农

业副产品加工的范畴中分化了出去,成为工业生产。然而,其他副食品和小型的农产品加工,则还没有和农业生产脱离;研究这些工艺的微生物学,还是农业微生物学的一个部门。

农业微生物学研究微生物作用的两个方面:一个方面是有益微生物的充分利用;另一个方面是有害微生物的防治和消灭。后一方面,从十九世纪的后期起就已经分化成为一门独立的学科——植物病理学。植物病理学是和医药微生物学平行发展着的。

按任务分科的微生物学,在其发展中必然要提出各科共同需要的许多有关微生物生命活动的基本规律的问题。这些问题的深入研究,导致了按学科的分科,形成了微生物形态学(包括细胞学)、分类学、生理学和遗传学等专门学科。

第三节 农业和土壤微生物学的发展

种植豆类植物可以改良土壤,提高后作产量,这是一项古老的生产经验。到十九世纪中叶,农业化学的开创时期,布兴高(T. B. Boussgault)的田间试验和化学分析证明,三叶草和豌豆等植物和非豆类植物的氮素营养规律不同。豆类植物能从空气中获得氮素养料。1888年,赫尔利格和惠尔法斯(H. Hellregel和H. Wilfarth)的试验证明,只有生长根瘤菌的豆类才能利用空气中的氮气。别依林克(M. W. Beijerinck)于1888年最先分离出根瘤菌的纯培养,于1891年又分离出固氮菌的纯培养。

关于硝化作用的规律,早先是火药工业的一个重要问题,后来又成为农业生产中的一个重要问题。无论在东方或西方,农业实践早就朴素地认识了硝化作用的发生条件,并且加以利用。1887年维诺格拉斯基(С. Н. Виноградский)发现了硝化细菌,证明了它们是硝化作用的推动者,并且指出了它们的化能营养特性。1893年,他又最先纯化培养了厌气性的固氮梭菌。奥美染斯基(В. А. Омелянский)在1899年最先发现了分解纤维素的厌气性细菌。

这些研究工作奠定了农业和土壤微生物学的两个主题:生物固氮作用和土壤中植物营养元素的生物循环。

豆类和根瘤菌的共生固氮作用的研究导致了根瘤菌接种剂的生产和应用,对于豆类作物的增产和推广起了巨大作用。其他生物固氮体系的研究工作不断深入,并应用于农业生产。六十年以来,在分子生物学水平上研究生物固氮作用取得了突破性的成果。关于固氮酶的研究开拓了一个仿生学的重大课题——固氮酶促作用的人工模拟。基因重组研究实现了固氮基因在不同种类间的转移;七十年代的基因工程学的创立提出了把固氮基因转移到多种作物上去的科学命题。

在二十世纪上半纪,已经大致完成了关于土壤中植物营养元素的生物循环中各个环节的研究,包括各个环节中起作用的微生物种类以及它们的生活条件和作用条件。五十年代以来,随着示踪技术的发展和运用,提供了研究原位土壤中生物循环的数量变化的手段,为在农业实践中建立最佳的生物循环势态提供科学依据。

农业和土壤微生物学的另一个主题是抗菌素和杀虫微生物在病虫害防治中的应用。由于化学农药的广泛应用而造成的环境污染问题引起了社会的极大关注。寻求高效、低毒、无残毒的病虫害防治技术推动了在农业中应用抗菌素防治植物病害和杀虫微生物防治虫害的科学研究，并在农业生产实践中卓有成效，被称为第三代农药。

从以上可知，农业和土壤微生物学是一门年轻的学科，它只有不到一百年的历史。而在我国，只有解放以后，在中国共产党的正确领导下，才开始研究。首先，在科学研究机构开展了根瘤菌接种剂的研究工作。随后在农学、果树、蔬菜、植物保护、土壤农化等专业开设了微生物学课程，设立了微生物教研组，建立了教学和科学研究的基地，并培养了农业和土壤微生物学的专业工作者。在同时期分别成立了专门的研究单位，开展了多方面的研究工作。1956年全国科学技术规划中规定了十二年内农业和土壤微生物学的研究任务，这些措施为我国农业和土壤微生物学的发展打下了坚实的基础。1975年周总理代表毛主席、党中央在四届人大会议上提出了实现四个现代化的宏伟规划。1977年，党的十一大吹响了向四个现代化进军的战斗号角。农业微生物学作为科学技术现代化和农业现代化的一个学科领域，必将在这洪亮的号角声中，日新月异，蓬勃发展，做出应有的贡献。