



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教学指导委员会审定

动物微生物学

第三版

河南农业大学 主编



中国农业出版社

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

动物微生物学

第三版

河南农业大学 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物微生物学/河南农业大学主编. —3 版. —北京:
中国农业出版社, 2005.1
全国高等农业院校教材
ISBN 7-109-09543-6

I. 动... II. 河... III. 兽医学-微生物学-高等
学校-教材 IV. S852.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 137506 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 武旭峰

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1991 年 9 月第 1 版 2005 年 1 月第 3 版

2005 年 1 月第 3 版北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 26.25

字数: 623 千字

定价: 36.70 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第三版编写人员

- 主 编** 崔保安 (河南农业大学)
- 副主编** 牛钟相 (山东农业大学)
任家琰 (山西农业大学)
王淑芳 (河南科技大学)
- 编 者** 崔保安 夏平安 杨 霞 张红英 (河南农业大学)
牛钟相 朱瑞良 (山东农业大学)
任家琰 马海利 (山西农业大学)
刘 磊 (甘肃农业大学)
熊 焰 徐志文 (四川农业大学)
王淑芳 刘一尘 (河南科技大学)
王三虎 王丽荣 (河南职业技术师范学院)
张梓英 李明彦 (信阳农业专科学校)
- 审 稿** 卢中华 (河南农业大学)

第三版前言

近年来，由于科技进步，特别是分子病原学与分子免疫学的飞速发展以及一些新的病原微生物的发现，使我们迫切感到教材内容需要更新和调整。为此，编写组在第二版的基础上对内容和形式等方面进行了更新，并在编排上注意到版式的改进及表格与插图的配合；考虑到水产养殖专业的需要，增加了第十三章——“重要的水产病原微生物”。但本版仍保持了第二版的基本结构，分理论教学与实验指导两部分，前一部分包括微生物学总论、免疫学基础、细菌学与病毒学各论以及与食品卫生有关的微生物等内容；后一部分包括 19 项动物微生物学实验指导。内容编排力求体现系统性、科学性和先进性，并注重突出动物微生物学的特点；既注重理论知识的阐述，又注重实践能力的培养。

本教材可作为高等农业院校动物医学专业的本、专科生教育及成人教育的教材使用，也可作为食品科学专业学生及动物检疫、商品检疫、医药卫生、卫生防疫等部门的从业人员的参考书。

本书由河南农业大学、山东农业大学、四川农业大学等 8 所农业院校联合编写的，参加修订的主要人员有崔保安、夏平安、牛钟相、任家琰、王淑芳、张梓英、杨霞、张红英等。主编对各章作了不同程度的增删和调整，第一和第二版的主编卢中华教授审阅了全部书稿，增补、更正了许多内容，提出了宝贵意见。

由于编者水平所限，编写时间仓促，书中缺点在所难免，敬请各位读者批评指正。

编 者

2004 年 12 月

第二版前言

此书第一版于1991年发行。原教材名称为《微生物学及免疫学基础》，此次修订更名为《动物微生物学》。

为体现高等农业教育面向农业现代化，面向农村社会现代化的指导思想，进一步拓宽基础，注重新意识和实际能力的培养的实际需要，由河南农业大学、洛阳高等农业专科学校、山东农业大学等7所农业院校及部分科研单位共同编写了本教材。

本书分理论教学与实验指导两部分，前一部分包括微生物学总论、免疫学基础、细菌学与病毒学各论及食品卫生有关的微生物等内容；后一部分包括动物微生物学实验技术的20项实验内容。内容编排力求做到微生物学知识的系统性，又注重突出兽医专业、兽医公共卫生（卫检）专业、食品加工专业、动物检疫等微生物学的特点；既注重理论知识的阐述，又注重实践能力的培养。特别是目前由于规模化养殖的发展，对其所需要的动物保健知识和我国新发生的动物疫病病原及微生物生态学知识都作了适当介绍。

本书可供高等农业院校兽医公共卫生专业、动物医学专业的本、专科生及考研人员、成人教育等教材使用，也可作为食品加工专业、食品检验专业及动物检疫、商检、医药卫生、防疫检疫、兽医、畜牧等科研及教学单位人员的参考书。

参加修订的主要人员有卢中华、崔保安、牛钟相、王淑芳、张梓英、罗国琦、杨霞、张红英、陈颖、袁逢新等。

由于编者水平所限，编写时间仓促，书中缺点和错误在所难免，敬请使用本书的同志批评指正。

编者

1999年9月

第一版前言

兽医公共卫生专业（卫检专业）在我国开设之后，目前尚无一套统编教材供教学之用。为满足当前兽医公共卫生专业、食品加工检验专业和动物检疫方面的教学需要，由河南农业大学、山东农业大学、豫西农业专科学校等7所农业院校及部分科研单位共同编写了本教材。

本书分理论教学与实验指导两部分，前一部分包括微生物学总论、免疫学基础、细菌学与病毒学各论与食品卫生有关的微生物、食品生产中常用的微生物等共13章。后一部分包括动物微生物学实验技术的20项实验内容。内容编排力求做到微生物学知识的系统性，又注重突出兽医公共卫生（卫检）专业、食品加工检验、动物检疫微生物学的特点；既注重理论知识的阐述，又注重专业知识的介绍；即注意理论教学，又注意实际操作；还将近年来研究进展较快的一些内容做了适当介绍。

本书可供高等农业院校兽医公共卫生专业的本、专科生使用，也可作为食品加工专业、食品检验专业及动物检疫、商检、医药卫生、兽医、畜牧等科研、食品生产经营单位科技人员的参考书。

参加本书编写的人员还有河南农业大学王自振、毛春生、王亚宾；河北农业大学李钦、高轩；山东农业大学牛钟相；湖南农学院谢曼琳、温琼英；贵州农学院江萍；郑州畜牧兽医专科学校包文奇、贾英科；豫南农业专科学校张粹英；南阳农业学校王胜利；开封市医学生物研究所李福田、孙洁；河南省畜牧局聂敏仁、陈洪科；河南省商检局李志培；郑州市畜牧兽医工作站王治国、宋庆华；驻马店地区畜牧总站赵平；南阳地区畜牧兽医工作站潘英武；商丘地区动检站屈秀芝。

由于编者水平所限，编写时间仓促，书中缺点和错误在所难免，敬请使用本书的同志批评指正。

编者

1991年9月

目 录

第三版前言

第二版前言

第一版前言

| | |
|----------------------------|----|
| 绪论 | 1 |
| 第一章 微生物的形态与结构 | 4 |
| 第一节 细菌的形态与结构 | 4 |
| 一、细菌的形态 | 4 |
| 二、细菌的结构 | 6 |
| 第二节 真菌的形态与结构 | 14 |
| 一、单细胞性真菌 | 15 |
| 二、多细胞性真菌 | 15 |
| 第三节 病毒的形态与结构 | 18 |
| 一、病毒的形态 | 19 |
| 二、病毒的结构 | 19 |
| 第四节 其他微生物的形态与结构 | 22 |
| 一、放线菌 | 22 |
| 二、螺旋体 | 23 |
| 三、霉形体 | 24 |
| 四、衣原体 | 24 |
| 五、立克次氏体 | 25 |
| 第二章 微生物的生理 | 27 |
| 第一节 微生物细胞的化学组成 | 27 |
| 一、水分 | 27 |
| 二、干物质 | 28 |
| 第二节 微生物的营养与代谢 | 29 |
| 一、微生物的营养要求 | 29 |
| 二、微生物的营养类型 | 30 |
| 三、微生物细胞内外的物质交换 | 31 |
| 四、微生物的酶 | 32 |
| 五、微生物的呼吸 | 33 |
| 六、微生物的代谢产物 | 34 |

| | |
|------------------------|-----------|
| 第三节 细菌的生长与繁殖 | 39 |
| 一、细菌生长繁殖的条件 | 39 |
| 二、细菌的繁殖方式 | 40 |
| 三、细菌的繁殖速度与生长曲线 | 40 |
| 四、细菌的培养特性 | 41 |
| 第四节 真菌的生长与繁殖 | 43 |
| 一、真菌生长繁殖的条件 | 43 |
| 二、真菌繁殖的方式 | 43 |
| 三、真菌的培养特性 | 48 |
| 第五节 病毒的增殖与培养 | 49 |
| 一、病毒的增殖 | 49 |
| 二、病毒的培养方法 | 51 |
| 三、病毒的培养特性 | 52 |
| 第三章 微生物分类 | 54 |
| 第一节 微生物在生物中的分类地位 | 54 |
| 第二节 细菌的分类 | 55 |
| 一、细菌的分类原则 | 55 |
| 二、细菌的分类方法 | 56 |
| 三、细菌的分类体系 | 56 |
| 四、细菌的分类单元与等级 | 57 |
| 五、细菌的命名原则 | 58 |
| 第三节 病毒的分类 | 59 |
| 一、病毒的分类原则 | 59 |
| 二、病毒的分类系统 | 59 |
| 三、病毒的命名规则 | 59 |
| 第四章 微生物生态 | 63 |
| 第一节 概述 | 63 |
| 第二节 土壤微生物生态学 | 64 |
| 第三节 空气和水的微生物生态学 | 66 |
| 第四节 动物微生态学 | 68 |
| 一、反刍动物微生态学 | 68 |
| 二、非反刍动物微生态学 | 69 |
| 第五节 微生态平衡 | 70 |
| 一、微生态平衡的概念 | 70 |
| 二、微生态平衡的标准 | 70 |
| 三、影响微生态平衡的因素 | 71 |
| 第六节 微生态失调 | 71 |
| 一、微生态失调的概念 | 72 |
| 二、微生态失调的分类 | 72 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| 三、微生态失调的影响因素 | 73 |
| 四、菌群失调的调整 | 74 |
| 第五章 环境因素对微生物的影响 | 76 |
| 第一节 物理因素对微生物的影响 | 76 |
| 一、温度 | 76 |
| 二、干燥 | 80 |
| 三、渗透压 | 80 |
| 四、光线和射线 | 81 |
| 五、超声波 | 82 |
| 六、氧化还原电势 | 82 |
| 七、滤过除菌 | 83 |
| 第二节 化学因素对微生物的影响 | 83 |
| 一、化学消毒剂 | 83 |
| 二、化学治疗剂 | 87 |
| 第三节 生物因素对微生物的影响 | 87 |
| 第六章 微生物的遗传与变异 | 89 |
| 第一节 微生物遗传变异的物质基础 | 89 |
| 一、微生物遗传变异的物质基础 | 89 |
| 二、核酸与性状遗传 | 91 |
| 第二节 微生物的变异现象 | 92 |
| 一、形态结构的变异 | 92 |
| 二、毒力的变异 | 92 |
| 三、培养性状的变异 | 93 |
| 四、生化特性和对药物敏感性的变异 | 93 |
| 第三节 微生物遗传变异的机制 | 94 |
| 一、非遗传性变异 | 94 |
| 二、遗传性变异 | 94 |
| 第四节 人工定向变异的方法及应用 | 98 |
| 一、筛选 | 98 |
| 二、人工诱变 | 98 |
| 三、杂交育种 | 99 |
| 四、基因工程 | 100 |
| 五、基因工程的应用 | 100 |
| 第七章 细菌的致病性与传染 | 102 |
| 第一节 病原菌的毒力 | 102 |
| 一、构成病原菌毒力的因素 | 102 |
| 二、病原菌毒力的测定 | 105 |
| 第二节 病原菌的传染 | 106 |
| 一、病原菌引起传染的条件 | 106 |

| | |
|----------------------------|------------|
| 二、病原菌传染的表现形式 | 107 |
| 三、病原菌的排出途径 | 108 |
| 第八章 免疫学基础 | 109 |
| 第一节 免疫系统 | 110 |
| 一、免疫器官 | 111 |
| 二、免疫细胞 | 113 |
| 三、细胞因子 | 117 |
| 第二节 抗原与抗体 | 118 |
| 一、抗原 | 118 |
| 二、抗体 | 123 |
| 第三节 抗原抗体反应 | 130 |
| 一、抗原抗体反应的一般规律 | 130 |
| 二、常用的抗原抗体反应 | 131 |
| 第四节 免疫应答 | 143 |
| 一、非特异性免疫防御 | 143 |
| 二、特异性免疫应答 | 148 |
| 三、抗传染免疫 | 152 |
| 四、免疫耐受和免疫缺陷 | 156 |
| 第五节 变态反应 | 156 |
| 一、I型变态反应 | 157 |
| 二、II型变态反应 | 158 |
| 三、III型变态反应 | 158 |
| 四、IV型变态反应 | 159 |
| 第六节 免疫学的实际应用 | 160 |
| 一、免疫学诊断 | 160 |
| 二、免疫学防治 | 162 |
| 第九章 重要的病原菌 | 166 |
| 第一节 分支杆菌属 | 166 |
| 一、结核分支杆菌、牛分支杆菌和禽分支杆菌 | 166 |
| 二、副结核分支杆菌 | 169 |
| 第二节 炭疽杆菌 | 170 |
| 第三节 猪丹毒杆菌 | 173 |
| 第四节 葡萄球菌与链球菌 | 176 |
| 一、葡萄球菌 | 176 |
| 二、链球菌 | 178 |
| 第五节 假单胞菌属 | 181 |
| 一、鼻疽假单胞菌 | 181 |
| 二、铜绿假单胞菌 | 182 |
| 第六节 厌氧芽孢杆菌属 | 183 |

| | |
|------------------------------|------------|
| 一、肉毒梭菌 | 184 |
| 二、魏氏梭菌 | 187 |
| 三、破伤风梭菌 | 189 |
| 四、气肿疽梭菌 | 190 |
| 五、腐败梭菌 | 191 |
| 六、诺维氏梭菌 | 192 |
| 第七节 嗜血杆菌属 | 192 |
| 第八节 布氏杆菌属 | 194 |
| 第九节 多杀性巴氏杆菌 | 198 |
| 第十节 沙门氏菌属 | 200 |
| 第十一节 埃希氏菌属 | 204 |
| 第十二节 李氏杆菌 | 206 |
| 产单核细胞李氏杆菌 | 207 |
| 第十三节 禽波氏杆菌 | 208 |
| 第十四节 军团杆菌 | 211 |
| 第十五节 病原性真菌 | 213 |
| 一、假皮疽组织胞浆菌 | 213 |
| 二、皮肤丝状菌 | 214 |
| 三、镰刀菌属 | 216 |
| 四、曲霉菌属 | 217 |
| 第十章 常见的致动物疾病性病毒 | 219 |
| 第一节 口蹄疫病毒 | 219 |
| 第二节 狂犬病病毒 | 221 |
| 第三节 伪狂犬病病毒 | 223 |
| 第四节 猪瘟病毒 | 225 |
| 第五节 猪繁殖与呼吸综合征病毒 | 227 |
| 第六节 猪细小病毒 | 229 |
| 第七节 猪圆环病毒 | 230 |
| 第八节 猪流行性感冒病毒 | 231 |
| 第九节 牛病毒性腹泻病毒 | 233 |
| 第十节 牛传染性鼻气管炎病毒 | 235 |
| 第十一节 牛呼吸道合胞体病毒 | 237 |
| 第十二节 牛副流行性感冒病毒 | 238 |
| 第十三节 牛轮状病毒 | 240 |
| 第十四节 牛冠状病毒 | 242 |
| 第十五节 禽流行性感冒病毒 | 243 |
| 第十六节 马立克氏病病毒 | 246 |
| 第十七节 鸡新城疫病毒 | 248 |

| | |
|----------------------------------|------------|
| 第十八节 鸡传染性法氏囊病病毒 | 250 |
| 第十九节 鸡传染性支气管炎病毒 | 252 |
| 第二十节 鸡喉气管炎病毒 | 254 |
| 第二十一节 减蛋综合征病毒 | 256 |
| 第二十二节 禽网状内皮组织增生病病毒 | 258 |
| 第二十三节 禽白血病病毒 | 260 |
| 第二十四节 鸭瘟病毒 | 262 |
| 第二十五节 小鹅瘟病毒 | 263 |
| 第二十六节 兔出血症病毒 | 265 |
| 第二十七节 朊病毒 | 267 |
| 第十一章 其他病原微生物 | 270 |
| 第一节 霉形体 | 270 |
| 一、霉形体概述 | 270 |
| 二、猪肺炎霉形体 | 273 |
| 三、禽败血霉形体 | 273 |
| 四、牛、羊的致病霉形体 | 274 |
| 第二节 立克次氏体 | 275 |
| 第三节 衣原体 | 276 |
| 一、衣原体概述 | 276 |
| 二、沙眼衣原体 | 277 |
| 三、鹦鹉热嗜性衣原体 | 278 |
| 四、肺炎嗜性衣原体 | 278 |
| 五、反刍动物嗜性衣原体 | 278 |
| 第四节 螺旋体 | 279 |
| 一、螺旋体概述 | 279 |
| 二、疏螺旋体属 | 279 |
| 三、蛇形螺旋体属 | 280 |
| 四、密螺旋体属 | 282 |
| 五、细螺旋体属 | 282 |
| 第五节 放线杆菌和奴卡氏菌 | 285 |
| 一、放线杆菌属 | 285 |
| 二、奴卡氏菌属 | 287 |
| 第十二章 与动物性食品卫生有关的微生物 | 289 |
| 第一节 乳及乳制品中的微生物 | 289 |
| 一、鲜牛乳中的微生物 | 289 |
| 二、奶粉中的微生物 | 291 |
| 第二节 肉类中的微生物 | 291 |
| 第三节 蛋中的微生物 | 292 |
| 第十三章 重要的水产病原微生物 | 294 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 第一节 病原性细菌 | 294 |
| 一、气单胞菌属 | 294 |
| 二、假单胞菌属 | 296 |
| 三、弧菌属 | 298 |
| 四、爱德华氏菌属 | 300 |
| 五、黄杆菌属 | 302 |
| 第二节 病原性真菌 | 303 |
| 一、水霉属 | 303 |
| 二、鳃霉属 | 304 |
| 三、镰刀菌属 | 305 |
| 第三节 常见的致水生动物疾病性病毒 | 306 |
| 一、疱疹病毒科 | 306 |
| 二、杆状病毒科 | 306 |
| 三、弹状病毒科 | 307 |
| 四、呼肠孤病毒科 | 309 |
| 五、双节段 RNA 病毒科 | 310 |
| 实验指导 | 313 |
| 实验需知 | 313 |
| 实验一 显微镜油浸系的使用及细菌基本形态观察 | 313 |
| 实验二 细菌抹片的制备及染色 | 315 |
| 附：常用染色液的配制 | 319 |
| 实验三 培养基的制备 | 320 |
| 实验四 细菌的分离培养及培养性状的观察 | 322 |
| 实验五 真菌的分离培养及形态观察 | 331 |
| 实验六 细菌的生化试验 | 333 |
| 实验七 动物试验法 | 344 |
| 实验八 凝集试验 | 347 |
| 实验九 沉淀反应 | 350 |
| 实验十 补体结合反应 | 352 |
| 实验十一 荧光抗体染色法 | 358 |
| 实验十二 酶联免疫吸附试验 (ELISA) | 359 |
| 实验十三 主要病原菌的认识 (一) | 361 |
| 实验十四 主要病原菌的认识 (二) | 363 |
| 实验十五 主要病原菌的认识 (三) | 364 |
| 实验十六 酵母菌细胞形态观察及死活细胞的染色鉴别 | 366 |
| 实验十七 放线菌的形态观察 | 367 |
| 实验十八 霉菌的形态观察 | 368 |

| | |
|---------------------|-----|
| 实验十九 病毒学实验技术 | 370 |
| 附录一 常用玻璃器材的准备 | 380 |
| 附录二 常用仪器的使用 | 383 |
| 附录三 常用培养基的制备 | 389 |
| 主要参考文献 | 401 |

绪 论

(一) 微生物与微生物学

微生物是个体细小、肉眼看不见、必须用光学显微镜才能观察到的一群结构比较简单、繁殖迅速的微小生物的总称，包括细菌、放线菌、真菌、螺旋体、霉形体、立克次氏体、衣原体、病毒和少数藻类等。

微生物在自然界的分布极其广泛，如土壤、空气、水、人和动植物体上以及食品中都有数量不等的微生物存在。其中绝大多数对人类和动植物是有益的，它们或参与自然界各种物质的转化（如碳循环、氮循环等），或为工业生产提供生物学动力（如制面包、酿酒、制醋、制革及石油脱蜡等），或有助于人、畜消化食物（人、畜肠道的正常菌群是消化食物不可缺少的），或生产对其他微生物有拮抗作用的物质（如青霉菌产生的青霉素、灰链丝菌产生的链霉素等）。而另一部分微生物则可引起人和动植物的不同疫病，成为病原微生物。

微生物学是研究微生物的形态、生理、遗传与变异、分类以及与人类、自然界相互关系的一门科学，是生物学的一门分支科学。根据研究对象和目的的不同，微生物学又可分为普通微生物学、农业微生物学、工业微生物学、医学微生物学、畜牧微生物学、兽医微生物学等分支科学。

随着食品工业的发展，微生物学在食品工业中的应用日趋广泛。特别是研究食品加工、保藏及卫生检验的微生物学基本知识和技能，做到充分发挥有益微生物的作用，控制腐败微生物与病原微生物的活动，是本学科的重要研究内容。

本课程是食品科学、动物医学、动物科学等专业必不可少的专业基础课，学好本课程对进一步学好专业课至关重要。

(二) 微生物学的发展简史

自古以来，人们就知道利用有益的微生物为人类服务。在我国 4 千多年前的大禹时代，就已会酿酒，周朝就会做酱。公元 5 世纪，在古农书《齐民要术》中已有做曲、做醋、做沮（利用乳酸发酵以保存蔬菜）等的记载。对传染病的认识方面，周朝已知有人畜传染病发生；公元前 5 世纪已知道驱逐疯狗以防狂犬病传染；公元 11 世纪已有应用痘痂喷鼻法和浆苗接种法以预防天花。尽管如此，但因古代科学技术不发达，始终未能发现和证实微生物的真正存在。微生物作为一门科学，乃是 17 世纪末叶以后逐渐形成的，可以概括为以下 3 个阶段：

1. 形态学发展阶段 在 17 世纪末叶，为适应因贸易发展而兴起的航海事业的需要，光学仪器（望远镜、天文望远镜）得到了极大的改进。1676 年，荷兰人安东·列文虎克（Antony van Leeuwenhoek）在前人研究成果的基础上发明了较为完善的复式显微镜（约扩大 200 倍），并用此显微镜检查了齿垢、粪便、井水和各种浸出物，首先观察到了许多小生物，后来（1698 年）他把这些发现记载于《安东·列文虎克发现了自然的秘密》一书中。从这本书的插图来看，当时他

看到了各种细菌：球菌、杆菌和螺旋体，还有包括球虫在内的原虫。他被后世誉为“细菌学之父”。

随着显微镜的发明，开始了微生物学发展史上的第一个时期——形态学时期。在这一时期，借助显微镜观察了许多种细菌，进行了简单的形态学描述。这一时期由 17 世纪末至 19 世纪中叶，延续将近 200 年之久。

2. 生理学发展阶段 微生物学发展史上的第二个时期——生理学时期，是从 19 世纪中叶开始的，此时期的奠基人为法国学者巴斯德（Pasteur, 1822—1895）。他通过对微生物发酵作用的研究，开始揭示了微生物生命活动的规律。他以大量的发现证实了细菌等微生物的活动是引起自然界和酿造工业发酵的原因，而且是由不同种类的发酵菌引起的。以后，他又发现蛋白质的腐败也是微生物所引起的。他还发明了巴斯德消毒法，广泛用于食品制造业的消毒工作。

巴斯德在免疫研究方面也做出了重大贡献，他相继成功研制了鸡霍乱菌苗、炭疽菌苗、狂犬病疫苗和猪丹毒菌苗。他发现运用定向变异的原则可使病原毒力减弱，但仍保持良好的免疫原性，从而为制备各种弱毒菌苗奠定了初步的理论和技術基础。

继巴斯德之后，德国科学家郭霍（Koch, 1843—1910）创造了一系列的特殊研究技术，推动了微生物学的发展。他发明了细菌染色的方法和应用固体培养基分离培养细菌的方法，为以后陆续发现许多传染病的病原体提供了技术条件。

微生物学的生理学发展阶段为 1870—1920 年，大约经过了 50 年时间。

3. 近代微生物学发展阶段 进入 20 世纪以后，特别是近 20 多年以来，微生物学由于应用了生物学、分子生物学、物理学、生物物理学、化学和生物化学等学科的最新理论和技术，使其在理论和技术方面都取得了惊人的成就。概括起来，近年来微生物领域有三大进展，即微生物的遗传学、免疫学及病毒学，而且这三门学科都已发展成为独立科学。

在实验技术上的突出成就是：由于电子显微镜的应用，使得人们能观察到包括细菌、病毒等在内的亚细胞结构与分子结构；由于标记抗体技术（如酶标记抗体技术、荧光标记抗体技术、同位素标记抗体技术）的应用，为疾病诊断及抗原抗体反应的理论研究，提供了有力的工具；由于细胞培养、空斑技术、蛋白质及核酸提纯技术的应用，大大方便了病毒学的研究。

近代微生物学的研究已达到了分子水平，细菌已成为现代研究基因工程的重要对象和实验手段，从而大大推动了其他生物工程的研究。可以毫不夸大地说，在近代科学中，微生物学已成为对人类造福贡献最大的科学之一。

（三）我国微生物学的发展概况

我国劳动人民虽然在数千年前就已经利用微生物来为人类服务，具有悠久的历史。但由于科学技术和生产水平的制约，在新中国成立以前，微生物的研究和应用处于十分落后的状态。

新中国成立以后，党和政府在发展生产、提高人民生活水平的同时，非常重视文化和科学技术水平的提高，微生物学也和其他各门科学一样，得到了空前蓬勃的发展。微生物学工作者的队伍不断壮大，微生物学的事业日益繁荣，微生物学的研究成果累累。新中国成立初期，我国成功地分离培养了沙眼衣原体，在国际上属首次；随后，发现了亚洲甲型流感病毒；成功研制了扩大 4 万~8 万倍的电子显微镜。在疫苗研制方面，陆续成功研制了数十种新的疫苗，如猪瘟兔化弱毒疫苗、兔化牛瘟疫苗、乙型肝炎疫苗、布氏羊型五号（M₅）苗和布氏猪型二号（S₂）弱毒苗、