

全国食品药品职业教育教学指导委员会推荐教材



全国医药高等职业教育药学类规划教材

微生物学基础 第二版

WEISHENGWUXUE
JICHU

主编◎李丹丹 孙中文

中国医药科技出版社

全国医药高等职业教育药学类规划教材

微生物学基础

第二版

主编 李丹丹 孙中文

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本书是全国医药高等职业教育药学类规划教材之一,本教材引入了当前在微生物控制,微生物快速计数及微生物鉴定等方面的新进展、新技术,以实用为主,够用为度。形式上集必备知识、实训讲义、实训预习、实训报告、实训评价为一体。内容设计上,安排了预备知识、镜检技术、消毒灭菌技术、微生物培养技术、岗位应用等5个模块,包括概述微生物、用显微镜观察各类微生物形态、染色制片技术、化学消毒剂、杀菌剂和防腐剂、物理消毒灭菌技术、微生物的营养、微生物的人工培养与计数、GMP中微生物控制岗位、菌种岗位、微生物鉴定岗位、微生物发酵生产岗位、QA中的菌检岗位、药物体外抗菌试验岗位、血清学检测岗位、无菌产品生产岗位、免疫制品的生产和质量控制岗位等17个项目。

本书供生物制药技术、药剂、药品经营、药物分析检验、药品监督管理、中药制剂等专业使用,也可作为医药企业的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

微生物学基础 / 李丹丹, 孙中文主编. —2 版. —北京: 中国医药科技出版社, 2013. 2

全国医药高等职业教育药学类规划教材

ISBN 978 - 7 - 5067 - 5752 - 2

I. ①微… II. ①李…②孙… III. ①微生物学 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①Q93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 298598 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行: 010 - 62227427 邮购: 010 - 62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787 × 1092mm ¹/₁₆

印张 20

字数 417 千字

初版 2008 年 6 月第 1 版

版次 2013 年 2 月第 2 版

印次 2013 年 2 月第 2 版第 1 次印刷

印刷 北京金信诺印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978 - 7 - 5067 - 5752 - 2

定价 39.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国医药高等职业教育药学类 规划教材建设委员会

主任委员 张耀华（国家食品药品监督管理局）

副主任委员（按姓氏笔画排序）

马爱霞（中国药科大学）

王 鹏（黑龙江生物科技职业学院）

王吉东（江苏省徐州医药高等职业学校）

王晓明（楚雄医药高等专科学校）

王润霞（安徽医学高等专科学校）

王潮临（广西卫生职业技术学院）

艾继周（重庆医药高等专科学校）

吕俊峰（苏州卫生职业技术学院）

刘 斌（天津医学高等专科学校）

严 振（广东食品药品职业学院）

李玉华（盐城卫生职业技术学院）

李华荣（山西药科职业学院）

李爱玲（山东药品食品职业学院）

李榆梅（天津生物工程职业技术学院）

余建华（安徽中医药高等专科学校）

沈其君（浙江医药高等专科学校）

张橡楠（河南医药技师学院）

周建军（重庆三峡医药高等专科学校）

金鲁明（山东中医药高等专科学校）

柴锡庆（河北化工医药职业技术学院）

徐世义（沈阳药科大学）

郭积燕（北京卫生职业学院）

黄庶亮（福建生物工程职业技术学院）

谭骁或（湖南食品药品职业学院）

潘树枫（辽宁卫生职业技术学院）

委 员 (按姓氏笔画排序)

于文国 (河北化工医药职业技术学院)
王 宁 (盐城卫生职业技术学院)
王云庆 (黑龙江农垦职业学院)
王舰平 (广东食品药品职业学院)
甘湘宁 (湖南食品药品职业学院)
吕 洁 (辽宁卫生职业技术学院)
刘玉凤 (杨凌职业技术学院)
刘红煜 (黑龙江生物科技职业学院)
李 飞 (沈阳药科大学)
李光勇 (河南医药技师学院)
李群力 (金华职业技术学院)
沈 力 (重庆三峡医药高等专科学校)
杨元娟 (重庆医药高等专科学校)
吴英绵 (石家庄职业技术学院)
宋海南 (安徽医学高等专科学校)
张 杰 (天津生物工程职业技术学院)
张 虹 (山西药科职业学院)
张钦德 (山东中医药高等专科学校)
武 昕 (北京卫生职业学院)
罗晓清 (苏州卫生职业技术学院)
罗跃娥 (天津医学高等专科学校)
周 平 (天津渤海职业技术学院)
咎雪峰 (楚雄医药高等专科学校)
袁 龙 (江苏省徐州医药高等职业学校)
黄丽平 (安徽中医药高等专科学校)
黄敏琪 (广西卫生职业技术学院)
崔山凤 (浙江医药高等专科学校)
解 玲 (山东药品食品职业学院)
缪存信 (福建生物工程职业技术学院)

秘 书 长 吴少祯 (中国医药科技出版社)

副 秘 书 长 邬瑞斌 (中国药科大学)

办 公 室 浩云涛 黄艳梅

本书编委会

主 编 李丹丹 孙中文

副主编 郑险峰

参 编 (按姓氏笔画排序)

牛四坤 (山西药科职业学院)

孙中文 (苏州卫生职业技术学院)

李丹丹 (福建生物工程职业技术学院)

陈 羽 (沈阳药科大学)

罗 翀 (湖南食品药品职业学院)

郑险峰 (黑龙江生物科技职业学院)

韩果红 (中国药科大学)

魏 瑜 (福建生物工程职业技术学院)

出版说明

全国医药高等职业教育药学类规划教材自 2008 年出版以来,由于其行业特点鲜明、编排设计新颖独到、体现行业发展要求,深受广大教师和学生的欢迎。2012 年 2 月,为了适应我国经济社会和职业教育发展的实际需要,在调查和总结上轮教材质量和使用情况的基础上,在全国食品药品职业教育教学指导委员会指导下,由全国医药高等职业教育药学类规划教材建设委员会统一组织规划,启动了第二轮规划教材的编写修订工作。全国医药高等职业教育药学类规划教材建设委员会由国家食品药品监督管理局组织全国数十所医药高职高专院校的院校长、教学分管领导和职业教育专家组建而成。

本套教材的主要编写依据是:①全国教育工作会议精神;②《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020 年)》相关精神;③《医药卫生中长期人才发展规划(2011-2020 年)》相关精神;④《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》的指导精神;⑤医药行业技能型人才的需求情况。加强教材建设是提高职业教育人才培养质量的关键环节,也是加快推进职业教育教学改革创新的重要抓手。本套教材建设遵循以服务为宗旨,以就业为导向,遵循技能型人才成长规律,在具体编写过程中注意把握以下特色:

1. 把握医药行业发展趋势,汇集了医药行业发展的最新成果、技术要点、操作规范、管理经验和法律法规,进行科学的结构设计和内容安排,符合高职高专教育课程改革要求。

2. 模块式结构教学体系,注重基本理论和基本知识的系统性,注重实践教学内容与理论知识的编排和衔接,便于不同地区教师根据实际教学需求组装教学,为任课老师创新教学模式提供方便,为学生拓展知识和技能创造条件。

3. 突出职业能力培养,教学内容的岗位针对性强,参考职业技能鉴定标准编写,实用性强,具有可操作性,有利于学生考取职业资格证书。

4. 创新教材结构和内容,体现工学结合的特点,应用最新科技成果提升教材的先进性和实用性。

本套教材可作为高职高专院校药学类专业及其相关专业的教学用书,也可供医药行业从业人员继续教育和培训使用。教材建设是一项长期而艰巨的系统工程,它还需要接受教学实践的检验。为此,恳请各院校专家、一线教师和学生及时提出宝贵意见,以便我们进一步的修订。

全国医药高等职业教育药学类规划教材建设委员会

2013 年 1 月

P 前言 reface

本教材是依据医药职业教育的培养目标，以强化职业技能和职业素质为目的编写的，供高职院校医药类相关专业使用，也可作为医药企业职工培训的教材和参考书。

本教材内容上紧密结合医药企业岗位应用的需要，引入新技术实用为主，融入新进展够用为度，重点突出、实用、可操作性强，岗位特征明显。设计上采用模块安排，共设计了四个基础技术模块和一个岗位应用模块，将相类似的实验集中安排，每一模块反复训练一种技术，培养一种能力，起到强化训练技术操作的作用。模块一向学生初步介绍微生物的概念、特点、种类、命名，微生物的作用及学科发展史，并让学生初步认识微生物实验室及常用仪器的用途，介绍微生物安全操作规范；模块二介绍微生物的形态、大小结构，反复训练学生显微镜使用及染色操作技能，安排使得技能重复而任务不重复；模块三介绍各种灭菌消毒技术，教会学生一至两种工厂、医院、实验室常用的灭菌消毒方法；模块四介绍相关微生物培养知识，安排不同的任务反复训练培养基的配制、器皿的包扎、灭菌和接种、稀释、分离等无菌操作技术，培训学生人工培养微生物的基本技能；模块五结合相应的技术岗位，继续向学生传授相应的岗位理论知识，反复训练学生应用学过的理论知识和基本实验操作技能解决实际问题的能力。教材编写上充分考虑了高职学生的认知水平和心智特点：在每一实训任务前安排了任务情景，帮助学生理解技术的实际应用；操作环节的注意点或事故故障的处理紧接在相应步骤后，并不厌其烦地在不同的任务中反复强调，注意着力培养学生的职业能力，良好的职业素质。教材形式上集必备知识、实训讲义、实训预习、实训报告、实训评价为一体，充分体现做中学，学中做的教学理念。使用时采用理实一体的教学方法，实训时，让学生先预习任务描述，然后让学生根据任务描述先完成实训部分的预习任务后进行实训操作，操作过程中让学生根据“操作步骤评价表”互相评分。各院校教学中可根据各专业的培养目标有侧重地选学不同的内容。另教材还配套提供教学所需的精美 PPT 课件，以方便教师教学。

本教材由李丹丹、孙中文主编，郑险峰副主编。其中项目八、项目九由李丹丹编写；项目六、项目十一、项目十五、项目十七由孙中文编写；项目一、项目三由郑险峰编写；项目四、项目十三由牛四坤编写；项目十二、项目十四、附录一、三由陈羽编写；项目二、附录二、四由罗翀编写；项目五、项目十六由韩果红编写；项目七、项目十由魏瑜编写。本教材编写过程中各位编委积极配合，并得到了福建省微生物研究所任林英、林如等研究人员及资料室陈建华的无私帮助和支持。本教材还参考了有关微生物学及微生物实验文献资料，在此一并致谢。

尽管教材在编写过程中经过反复多次修改，但由于我们水平有限，书中疏漏、差错之处在所难免，欢迎各位同仁、读者批评指正。

编者
2012 年 10 月



模块一 预备知识

项目一 概述微生物	(2)
一、微生物的概念、特点、种类、命名	(2)
二、微生物在自然界的作用	(4)
三、微生物发展简史及研究先驱者	(6)
项目二 认识微生物实验室	(10)
一、实验室布局与要求	(10)
二、常用仪器、设备	(10)
三、微生物实验室安全规则	(12)
四、常用玻璃器具的清洗与干燥	(12)
实训一 包扎常用的玻璃器具	(13)

模块二 镜检技术

项目三 用显微镜观察各类微生物形态	(18)
任务一 认识各类显微镜及其用途	(18)
一、普通光学显微镜	(18)
二、相差显微镜	(21)
三、暗视野显微镜	(22)
四、电子显微镜	(22)
五、扫描隧道显微镜	(24)
任务二 认识各类微生物的形态特征	(24)
一、细菌	(24)
二、放线菌	(27)
三、真菌	(30)
四、螺旋体	(34)

五、支原体	(36)
六、衣原体	(36)
七、立克次体	(37)
八、病毒	(37)
实训二 显微镜观察各类微生物永久装片	(41)
实训三 测量微生物大小	(46)
实训四 用血球计数板显微计数	(51)

项目四 染色制片技术	(56)
任务一 认识微生物的结构	(56)
一、微生物的基本结构	(56)
二、细菌的特殊结构	(61)
任务二 知道微生物观察技术	(63)
一、霉菌形态观察法	(63)
二、放线菌形态观察法	(64)
三、酵母观察法	(64)
四、细菌观察法	(64)
实训五 学会无菌取样技术	(65)
实训六 学会单染色技术	(72)
实训七 学会革兰染色技术	(76)

模块三 消毒灭菌技术

项目五 化学消毒剂、杀菌剂和防腐剂	(80)
一、概念	(80)
二、常用的消毒剂、杀菌剂和防腐剂	(80)
三、消毒剂的选择应用	(83)
实训八 用甲醛蒸气熏蒸无菌室	(88)
项目六 物理消毒灭菌技术	(92)
一、传统的灭菌方法	(92)
二、灭菌新技术	(95)
三、灭菌工艺过程的监控及质量管理	(97)
实训九 学会操作高压蒸汽灭菌锅	(98)

模块四 微生物培养技术

项目七 微生物的营养	(108)
-------------------------	--------------

一、微生物的营养要素	(108)
二、培养基的分类及应用	(111)
实训十 配制培养基	(115)
项目八 微生物的人工培养与计数	(121)
任务一 认识微生物的生长繁殖与培养方法	(121)
一、微生物的生长与繁殖	(121)
二、影响微生物生长的因素	(126)
三、人工培养条件下微生物的群体生长	(128)
四、自然环境及人体中微生物的群体生长	(131)
五、微生物的人工培养方法	(132)
任务二 知道微生物计数方法	(136)
一、微生物计数的应用	(136)
二、微生物细胞的传统计数方法	(136)
三、微生物细胞的快速计数方法	(137)
实训十一 学会斜面、半固体、液体培养基接种与琼脂平板划线分离 纯化技术	(138)
实训十二 学会稀释涂布与稀释倾注分离技术	(150)
实训十三 噬菌体的分离与纯化	(155)
实训十四 比浊法绘制细菌的生长曲线	(159)

模块五 岗位应用

项目九 GMP 中微生物控制岗位	(164)
任务一 知道制药工业中微生物的控制	(164)
一、来自空气的微生物	(164)
二、来自水中的微生物	(170)
三、来自操作人员的微生物	(171)
四、来自厂房设备上的微生物	(171)
五、来自原材料上的微生物	(172)
六、来自包装容器的微生物	(172)
任务二 知道医院、药房中微生物的控制	(173)
一、微生物污染与药品变质	(173)
二、医院、药房中微生物的控制	(174)
实训十五 空气中沉降菌的测定	(176)
实训十六 皮肤、工作服、设备中微生物的检测	(179)

项目十 菌种岗位	(184)
任务一 菌种筛选	(184)

一、土壤微生物的分离	(184)
二、目的菌株的筛选	(185)
三、筛选方向	(186)
任务二 菌种选育	(186)
一、认识微生物的遗传和变异	(186)
二、微生物的遗传物质	(186)
三、微生物变异的原因	(187)
四、微生物变异的类型	(188)
五、微生物变异的实际应用	(188)
六、菌种选育方法	(189)
任务三 菌种保藏	(191)
一、菌种保藏的原理、目的	(191)
二、菌种保藏的管理程序与保藏机构	(191)
三、菌种保藏的具体方法	(192)
四、菌种的退化与复壮	(194)
实训十七 从土壤中分离放线菌	(195)
实训十八 放线菌的诱变育种	(198)
实训十九 学会甘油低温保藏技术	(202)
项目十一 微生物鉴定岗位	(205)
任务一 认识微生物的新陈代谢	(205)
一、微生物新陈代谢的特点	(205)
二、微生物的新陈代谢产物	(206)
三、微生物分解代谢的类型	(207)
任务二 认识生化检测原理、用途及方法	(208)
一、原理及用途	(208)
二、常用的生化反应试验	(208)
三、微生物快速检测技术	(209)
实训二十 纸片法快速检测食品中大肠菌群	(213)
项目十二 微生物发酵生产岗位	(217)
一、工业微生物中发酵的含义	(217)
二、微生物发酵的类型	(217)
三、抗生素的生产流程	(219)
实训二十一 制作酸奶	(220)
项目十三 QA 中的菌检岗位	(223)
一、药品的微生物学检查	(223)
二、化妆品的菌检工作	(228)

三、食品的菌检工作	(228)
四、饮用水的菌检工作	(229)
实训二十二 自来水中细菌总数及大肠菌群数检查	(230)
项目十四 药物体外抗菌试验岗位	(235)
一、常用的名词术语	(235)
二、常用的药物体外抗菌试验	(235)
三、影响抗菌试验的因素	(237)
四、体外抗菌试验的用途	(238)
实训二十三 药敏试验	(243)
实训二十四 MIC 及 MBC 测定	(245)
项目十五 血清学检测岗位	(249)
任务一 认识抗原、抗体、补体	(249)
一、抗原	(249)
二、抗体	(251)
三、补体	(253)
任务二 知道常用的血清学试验	(254)
一、抗原抗体反应的特点	(254)
二、血清学试验的影响因素	(255)
三、血清学试验的基本类型	(256)
实训二十五 玻片凝集试验检测血型	(262)
项目十六 无菌产品生产岗位	(266)
一、无菌产品的种类	(266)
二、对生产流程的要求	(266)
三、对生产区的要求	(269)
四、对人员的要求	(271)
项目十七 免疫制品的生产和质量控制岗位	(273)
任务一 知道人类免疫计划	(273)
一、免疫的定义和免疫应答	(273)
二、传染病与疫苗的作用	(275)
三、特异性免疫的获得方式	(275)
四、免疫生物制剂	(276)
五、疫苗的分类	(276)
六、常规的计划免疫	(277)
任务二 疫苗生产	(278)
一、疫苗生产的质量控制	(278)

二、疫苗的生产流程	(280)
-----------------	-------

附录	(284)
----------	-------

附录一 常用染色液的配制	(284)
--------------------	-------

附录二 常用培养基	(286)
-----------------	-------

附录三 常用洗涤液和消毒液的配制	(289)
------------------------	-------

附录四 微生物实验常用仪器使用操作规范	(290)
---------------------------	-------

模块一

预备知识

项目一 | 概述微生物

学习目标

◎知识目标

1. 掌握微生物的概念、特点、种类、命名。
2. 掌握微生物在自然界的作用。
3. 熟知微生物发展简史及研究先驱者。

在日常生活中，你对显微镜下的微生物世界了解多少？在项目一中，你将知道微生物的概念、特点、种类、命名；你将知道微生物在自然界的作用；还将了解到微生物发展简史及研究先驱者们。相信你会喜欢《微生物基础》这门课的。

一、微生物的概念、特点、种类、命名

（一）微生物的概念

微生物是一切肉眼看不见或看不清楚，必须借助于光学显微镜或电子显微镜放大几百倍、几千倍，甚至几万倍才能看到的微小生物的总称。

当它们生长繁殖为群体时，可以看到其群体形态（如：菌落等）；当它们对外界物质发生作用时，人们也能感觉到它们的存在（如面粉的发酵和物质的腐败等）。

（二）微生物的特点

微生物除具有生物最基本的特征——新陈代谢、生长繁殖、遗传变异外，还具有如下特性：体积小，比表面积大；吸收多，食谱广，代谢快；生长旺盛，繁殖快；适应性强，易变异；分布广，种类多。

1. 体积小，比表面积大 微生物的大小常用 μm ($1\text{m} = 10^6 \mu\text{m}$) 来表示。也有极少数微生物是肉眼可见的，如一些藻类和食用菌。

比表面积为某一物体单位体积所占有的表面积。形状相同的物体，其体积越小，比表面积就越大。

2. 吸收多，食谱广，代谢快 微生物由于比表面积大而使其吸收营养成分的速度增加。有资料表明，大肠杆菌在 1h 内可分解其自重的 1000 ~ 10000 倍的乳糖，同时释放大量的代谢产物。微生物的食谱非常广泛。凡是动植物能利用的营养，微生物都能利用；动植物不能利用的物质，甚至剧毒的物质，某些微生物照样可以视为美味佳肴。

因此，我们可以利用微生物这个特性，发挥“微生物工厂”的作用，使大量基质在短时间内转化为大量有用的化工、医药产品或食品，为人类造福，使有害物质化为

无害，将不能利用的物质变为植物的肥料。

3. 生长旺盛，繁殖快 在微生物代谢过程中，其细胞分裂和生长的速度非常快，大肠杆菌在适宜的条件下 17min 可以繁殖一代，理论上计算：24h 内一个大肠杆菌可以生成 3155087429146 万亿个后代，总重约 315 万吨，但实际上，微生物在代谢过程中，由于营养的限制和代谢产物过分积累，使得微生物以几何级数增殖的速度只能维持几个小时，所以一般微生物在一定的容器中培养无法达到上述理论上的数值。

4. 适应性强，易变异 微生物对环境条件尤其是恶劣的“极端环境”具有惊人的适应力。例如，有报道，科学家在喷涌浓缩矿物和高温海水的热液出口处发现了一种深海微生物，它在 121℃ 的高温下仍能生长繁殖。耐酸碱、耐缺氧、耐毒物、抗辐射、抗静水压等特性在微生物中也极为常见。

微生物个体微小，与外界环境的接触面积大，容易受到环境条件的影响导致死亡或发生变异，尽管变异发生的机会只有百万分之一到百亿分之一，但由于微生物繁殖快，可在短时间内产生出大量变异的，适应环境的后代。例如：产青霉素的菌种 *Penicillium chrysogenum*（产黄青霉），1943 年时每毫升发酵液仅分泌约 20 单位的青霉素，经多代诱变处理，至今早已超过 5 万单位。

5. 分布广，种类多 大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈、生物圈都有它的足迹，而不同的生态环境造就了种类繁多的微生物类群。

有人统计，迄今为止，我们所知道的微生物约有 15 万种，估计只占地球上实际存在的微生物总数的 10%，在人类生产和生活中仅开发利用了已发现微生物种数的 1%。

（三）微生物的种类

1. 微生物的种类 从生物学角度分，微生物有：病毒、蓝细菌、细菌、放线菌、螺旋体、支原体、衣原体、立克次体、真菌、单细胞藻类和原生动物等。

按有无细胞结构，微生物可分为三种类型：

（1）原核细胞型 由单细胞组成，仅有原始核和裸露的 DNA，无核膜和核仁，没有细胞器。此类微生物包括细菌、放线菌、蓝细菌、古细菌、支原体、衣原体、螺旋体、立克次体等。

（2）真核细胞型 大多由多细胞组成，细胞具有高度分化的核，有核膜和核仁，且有多种细胞器，如内质网、核糖体、线粒体等。此类微生物包括真菌、藻类和原生动物等。

（3）非细胞型 无细胞结构，仅有一种核酸（DNA 或 RNA）和蛋白质组成，甚至没有核酸仅由蛋白质组成，只有寄生在活细胞内才表现出生命特征。病毒属于此类微生物。

2. 微生物的分类单位 与动、植物一样，微生物的分类单位自上而下可依次分为：属、种、型、菌株。微生物分类中常用种和属，种是最基本的分类单位，在种以下还可分为亚种、菌株和型等。

3. 细菌的命名 细菌的命名一般采用国际通用的拉丁文双名法（是瑞典博物学家林奈创立的）。其学名由属名和种名两部分组成，前面为属名，用名词并以大写字母开头；后一个为种名，用形容词表示，全部小写，印刷时用斜体字。常在种名之后加上命名者的姓氏（用正体字），也可省略。在少数情况下，当该种是一个亚种时，学名就