



全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材

供生物制药技术专业用

生物工程概论

主 编 程 龙



人民卫生出版社

全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材

供生物制药技术专业用

生物工程概论

主 编 程 龙

副主编 冯乐平 莫小路 凌庆枝

编 者 (以姓氏笔画为序)

于全勇 (山东省莱阳卫生学校)

冯乐平 (桂林医学院)

邱垂源 (广东药学院)

罗 晶 (重庆医药高等专科学校)

祝继英 (四川雅安职业技术学院)

莫小路 (广东食品药品职业学院)

高瑾乡 (江苏盐城卫生职业技术学院)

凌庆枝 (浙江医药高等专科学校)

程 龙 (无锡卫生高等职业技术学校)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

生物工程概论/程龙主编. —北京:人民卫生出版社,
2009.1

ISBN 978 - 7 - 117 - 10822 - 5

I. 生… II. 程… III. 生物工程 - 高等学校 -
教材 IV. Q81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 174741 号

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

生物工程概论

主 编: 程 龙

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010 - 67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010 - 67605754 010 - 65264830

印 刷: 北京市顺义兴华印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 15.25

字 数: 352 千字

版 次: 2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 978 - 7 - 117 - 10822 - 5/R · 10823

定 价: 25.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010 - 87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材

出版说明

在国家大力发展职业教育和高等职业教育办学指导思想不断成熟、培养目标逐步明确的新形势下,为了进一步贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)精神,将教材建设工作与强化学生职业技能培养和以就业为导向的课程建设与改革的工作密切结合起来,使教材建设紧紧跟上课程建设与改革的步伐,适应当前高等职业教育教学改革与发展的需要。因此,在规划组织编写教材之前,在教育部和卫生部的领导下,在教育部高职高专药品类专业教育教学指导委员会专家的大力支持下,首先由卫生部教材办公室组织、全国高职高专药品类专业教育教材建设指导委员会指导、部分院校牵头、全国80余所高职高专院校和20余家医药企业的560余位教师及工程技术与管理人员共同参与,历时近2年对高职高专药品类的药品经营与管理、药物制剂技术、化学制药技术、生物制药技术、中药制药技术专业和药学专业的课程体系和课程标准展开了调查分析研究。深入分析研究各专业职业岗位(群)的任职要求和有关职业资格标准,明确各专业职业岗位的知识、技能及素质培养目标,初步构建符合我国职业教育实际、适合专业培养目标要求的课程体系;以适应当前高职高专教学改革实际、突出职业技能培养为核心,分析研究各门课程的课程标准。在此基础上先后起草编制了教学计划和教学大纲草稿。其间多次召开专门会议,就教学计划和教学大纲草稿反复讨论修改,并广泛听取有关学校的意见,几易其稿,使其不断完善。最后,卫生部教材办公室邀请教育部高职高专药品类专业教育教学指导委员会和全国高职高专药品类专业教育教材建设指导委员会的部分专家及教学计划牵头起草负责人参加6个专业教学计划和教学大纲的统稿审定稿会议,对教学计划和教学大纲的内容进行了最后审定,对体例、风格等做了全面统一。

在上述扎实工作的基础上,卫生部教材办公室规划了高职高专教育药品类6个专业69种卫生部“十一五”规划教材,并在全国范围内进行了教材主编、编者的遴选,全国80余所高职高专院校(含中医药高职高专院校)和20余家医药企业的930余位教师及工程技术与管理人员积极申报了主编、副主编或编者,通过公开、公平、公正的遴选,近600名申报者被卫生部教材办公室聘任为主编、副主编或编者。然后依据教学计划和教学大纲组织编写了具有鲜明的高职高专教育特色的教材,并将由人民卫生出版社陆续出版发行,供以上6个专业教学使用。下面教材目录中除最后14种仅供中药制药技术专业教学使用的教材将于2009年6月出版外,其余55种教材均将于2008年12月底出版。

本套教材具有以下特点:

1. 科学、规范,具有鲜明的高职高专教育特色,体现课程建设与改革成果

由于本套教材的规划和编写,是建立在科学、深入研究上述6个专业的课程体系和

课程标准之后编制的教学计划和教学大纲基础上,因此编写教材内容科学、规范,而具有鲜明的高职高专教育特色。

2. 简化基础理论,侧重知识的应用,突出培养职业能力

教材基础理论知识坚持“实用为主,必需、够用为度”的原则,不追求学科自身内容的系统、完整,简化理论知识的阐释或推导,注重理论联系实际,充实应用实例的内容,“以例释理”,将基础理论融入大量的实例解析或案例分析中,以培养学生应用理论知识分析问题和解决问题的能力。

3. 教材内容整体优化

专业基础课教材围绕后续课程教材设计编写内容;专业课教材突出实践性,根据岗位需要或工作过程设计内容,与生产实践、职业资格标准(技能鉴定)对接。听取“下家”(包括后续课程和职业岗位一线经验丰富的专家)对教材编写的意见。使教材的内容得到整体优化,围绕后续课程、职业资格标准和职业岗位的需要编写教材。

4. 教材编写形式模块化

(1)理论课程教材:除教材主体内容外,本套教材在各部分内容中设立了“学习目标”、“知识链接”、“课堂互动”、“实例解析(案例分析)”、“知识拓展”、“学习小结”、“目标检测”等模块。以提高学生学习的目的性和主动性,增强教材的知识性和趣味性,强化知识的应用和技能培养,提高分析问题、解决问题的能力。

“学习目标”主要让学生首先了解所要学习的知识、接受训练的技能,与本课程后续内容、与后续课程或职业岗位的联系,并了解在知识、能力方面的要求,增强学生学习的目的性和主动性。

“知识链接”主要是对教材内容的必要补充,介绍学生应当掌握的常识性知识或有利于帮助理解和掌握课堂内容的知识,以便于更好的学习理解、掌握教材内容,而不是随意扩充教材的内容。

“课堂互动”是针对课堂涉及的知识,联系生活实际、岗位实际和社会实际,以老师提问学生回答或学生间相互讨论等多种形式给出题目,在师生或学生之间进行互动,以提高学生理论联系实际和增强学生应用知识分析问题、解决问题的能力,同时激发学生的学习兴趣,提高学生学习的自觉性和目的性。

“实例解析(案例分析)”主要结合基本理论知识,列举实例或案例,既有利于培养学生应用理论知识分析问题和解决问题的能力,又增强教材内容的可读性,收到以例释理的效果。

“知识拓展”适当增补有关进展类知识,让学生了解与职业有关的本学科理论、技术的发展前沿。

“学习小结”分“学习内容”、“学习方法体会”两部分。以图表形式简明归纳各章主要内容;以文字叙述形式简要介绍学习本章内容的方法体会,让学生应用比较恰当的方法学好有关知识、熟练掌握有关技能。

“目标检测”主要包括选择题、简答题、实例分析3种题型,其中适当增加了知识的应用和职业技能操作、训练方面测试的内容。让学生通过练习题形式对学习目标进行检测。

(2)实验实训课程教材:分实训目的、实训内容、实训步骤、实训提示、实训思考、实

训体会、实训报告、实训测试等模块编写。

5. 多媒体教材配套

部分教材因理论性或操作性强,在有条件情况下,组织编写了多媒体配套教材,以便于教学及学生学习掌握有关知识和相关技能。

本套教材的编写,教育部、卫生部有关领导以及教育部高职高专药品类专业教育教学指导委员会领导和专家给予了大力支持与指导,得到了全国数十所院校和部分企业领导、专家和教师的积极支持和参与。在此,对有关单位和个人表示衷心的感谢!希望本套规划教材对高职高专药品类专业高素质技能型专门人才的培养和教育教学改革能够产生积极的推动作用,能够在各校的教学使用中以及在探索课程体系、课程标准和教材的建设与改革的进程中,获得宝贵的意见,以便不断修订完善,更好地满足教学的需要。

卫生部教材办公室
全国高职高专药品类专业教育教材建设指导委员会
人民卫生出版社
2008年11月

附:全国高职高专药品类专业卫生部“十一五”规划教材
教材目录

序号	教材名称	主 编	适用专业
1	医药数理统计	薛洲恩	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
2	基础化学*	陆家政 傅春华	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
3	无机化学☆	牛秀明 吴 瑛	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
4	分析化学☆***	谢庆娟 杨其绦	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
5	分析化学实践指导	谢庆娟 杨其绦	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术

序号	教材名称	主 编	适用专业
6	有机化学 [☆]	刘 斌 陈任宏	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
7	生物化学	王易振 李清秀	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、中药制药技术
8	药事管理与法规 [☆]	杨世民 丁 勇	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
9	公共关系基础	秦东华	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
10	实用写作	刘 静	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
11	文献检索	胡家荣	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
12	人体解剖生理学	郭少三 武天安	药学、药品经营与管理
13	微生物学与免疫学	甘晓玲 黄建林	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、中药制药技术
14	微生物学与免疫学实践指导	甘晓玲 黄建林	药学、药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术、中药制药技术
15	天然药物学 ^{***}	艾继周	药学
16	天然药物学实训	艾继周 沈 力	药学
17	药理学 [☆]	王迎新 弥 曼	药学、药品经营与管理
18	药剂学 [☆]	张琦岩 孙耀华	药学、药品经营与管理
19	药剂学实验实训	张琦岩 孙耀华	药学、药品经营与管理
20	药物分析	孙 莹 吕 洁	药学、药品经营与管理
21	药物分析实验实训	孙 莹 吕 洁	药学、药品经营与管理
22	药物化学 ^{***}	葛淑兰 张玉祥	药学、药品经营与管理

序号	教材名称	主 编	适用专业
23	天然药物化学 [☆]	吴剑峰 王 宁	药学、药物制剂技术
24	医院药学概要	张明淑	药学专业医院药学方向
25	中医药学概论	许兆亮	药品经营与管理、药物制剂技术、生物制药技术专业及药学专业医院药学方向
26	药品营销心理学	丛 媛	药品经营与管理专业及药学专业药品经营与管理方向
27	会计学基础与财务管理	邱秀荣	药品经营与管理
28	临床医学概要	唐省三 郭 毅	药品经营与管理、药学专业
29	药品市场营销学	董国俊	药品经营与管理、药学、药物制剂技术、化学制药技术、生物制药技术、中药制药技术
30	临床药物治疗学	曹 红	药品经营与管理专业及药学专业医院药学方向
31	临床药物治疗学实训	曹 红	药品经营与管理专业及药学专业医院药学方向
32	药品经营企业管理学基础	王树春	药品经营与管理专业及药学专业药品经营与管理方向
33	药品经营质量管理	杨万波	药品经营与管理
34	药品储存与养护	徐世义	药品经营与管理、中药制药技术专业及药学专业药品经营与管理方向
35	药品经营管理法律教程	李朝霞	药品经营与管理专业及药学专业药品经营与管理方向
36	实用物理化学 ^{***}	沈雪松	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术
37	医学基础	邓步华	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
38	药品生产质量管理	罗文华	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
39	安全生产知识	张之东	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术专业及药学专业药物制剂方向

序号	教材名称	主 编	适用专业
40	实用药理学基础**	丁 丰	药物制剂技术、生物制药技术
41	药物制剂技术***	张健泓	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术
42	药物检测技术	王金香	药物制剂技术、化学制药技术专业及药学专业药物检验方向
43	药物制剂设备	邓才彬 王 泽	药物制剂技术专业及药学专业药物制剂方向
44	药物制剂辅料与包装材料	王晓林	药物制剂技术、中药制药技术专业及药学专业药物制剂方向
45	化工制图	孙安荣 刘德玲	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
46	化工制图绘图与识图训练	孙安荣 刘德玲	药物制剂技术、生物制药技术、化学制药技术、中药制药技术
47	药物合成技术***	唐跃平	化学制药技术
48	制药过程原理及设备	印建和	化学制药技术
49	药物分离与纯化技术	张雪荣	化学制药技术
50	生物制药工艺学	陈电容 朱照静	生物制药技术
51	生物制药工艺学实验实训	周双林	生物制药技术
52	生物药物检测技术	俞松林	生物制药技术
53	生物制药设备***	罗合春	生物制药技术
54	生物药品***	须 建	生物制药技术
55	生物工程概论	程 龙	生物制药技术
56	中医基本理论	唐永忠	中药制药技术
57	实用中药	严 振 谢光远	中药制药技术
58	方剂与中成药	吴俊荣	中药制药技术
59	中药鉴定技术	杨嘉玲 李炳生	中药制药技术
60	中药药理学	宋光熠	中药制药技术
61	中药化学实用技术	杨 红 冯维希	中药制药技术

序号	教材名称	主 编	适用专业
62	中药炮制技术	张中社	中药制药技术
63	中药制药设备	刘精婵	中药制药技术
64	中药制剂技术	汪小根 刘德军	中药制药技术
65	中药制剂检测技术	梁延寿	中药制药技术
66	中药鉴定技能训练	刘 颖	中药制药技术
67	中药前处理技能综合训练	庄义修	中药制药技术
68	中药制剂生产技能综合训练	李 洪 易生富	中药制药技术
69	中药制剂检测技能训练	张钦德	中药制药技术

共 57 门主干教材, 12 门实验实训教材。☆为普通高等教育“十一五”国家级规划教材; * 部分专业或院校将无机化学与分析化学两门课程整合而成基础化学, 因此上述《基础化学》、《无机化学》、《分析化学》三种教材可由学校决定使用《基础化学》, 或《无机化学》、《分析化学》; **《实用药理学基础》由药物化学、药理学、药物治疗学三门课程整合而成编写的教材; *** 本教材有配套光盘。

全国高职高专药品类专业教育教材建设指导委员会

成员名单

主任委员

严 振 广东食品药品职业学院

副主任委员

周晓明 山西生物应用职业技术学院

刘俊义 北京大学药学院

邬瑞斌 中国药科大学高等职业技术学院

委 员

李淑惠 长春医学高等专科学校

彭代银 安徽中医学院

弥 曼 西安医学院

王自勇 浙江医药高等专科学校

徐世义 沈阳药科大学高等职业技术学院

简 晖 江西中医学院

张俊松 深圳职业技术学院

姚 军 浙江省食品药品监督管理局

刘 斌 天津医学高等专科学校

艾继周 重庆医药高等专科学校

王 宁 山东医学高等专科学校

何国熙 广州医药集团有限公司

李春波 浙江医药股份有限公司

付源龙 太原晋阳制药厂

罗兴洪 先声药业集团

于文国 河北化工医药职业技术学院

毛云飞 扬州工业职业技术学院

延君丽 成都大学医护学院

前 言

21 世纪是高科技的世纪, 生命科学作为古老而又崭新的学科, 在 21 世纪的科技发展中将起到不可替代的作用。现代生物工程属国家 21 世纪重点发展的重点技术领域, 从其诞生之日起即与医药工业结下了不解之缘。作为生物工程的四大支柱——基因工程、细胞工程、发酵工程和酶工程技术在医药行业应用日趋广泛, 并发挥着不可替代的作用。

为了贯彻教育部 [2006] 16 号文件精神, 适应新形势下全国高等学校高职高专药品类专业教育改革和发展的需要, 坚持以培养高素质技能型专门人才为核心, 以就业为导向、能力为本位、学生为主体的指导思想和原则, 按照生物制药技术专业的培养目标, 在卫生部教材办公室的组织规划下, 确立本课程的教学内容, 编写教学大纲和本教材。

本教材主要内容包括生物工程一般技术、基因工程、细胞工程、发酵工程、酶工程等八章, 其中涉及的生物制药等内容由于有《生物制药工艺》、《发酵工程》、《生化分离工程》等相关课程内容, 本书则仅简略地说明其相关性。

本教材是生物制药专业学生的专业基础教材, 也可用于非生物制药专业, 如药物制剂技术、化学制药技术等专业了解生物工程知识的入门教材, 对希望从事生物工程相关领域工作、应用生物工程手段进行生产的人员来说可作为基础操作手册。

在本书编写过程中, 得到了各相关院校领导的关怀和支持, 保证了编写工作的顺利进行, 并承蒙有关专家、教授的支持和帮助, 提供了不少资料, 提出了宝贵意见, 在此一并致以衷心的感谢!

本书是各位编者共同努力的结果。在编写过程中, 各编者根据自身的教学、科研实践经验, 并参阅了大量的参考资料, 力求能尽可能多地涵盖生物工程的基础知识和基本操作。各位编写人员对教材内容做了大量的工作, 最后由程龙统稿。但由于生物工程是一门飞速发展的学科, 在编著过程中技术又有了新的发展。加上时间仓促, 并限于水平有限, 遗漏、错误等缺点在所难免, 恳请广大读者批评指正。

编 者

2008 年 7 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生物工程的概念和内容	1
一、生物工程的概念	1
二、生物工程概念的演变	2
第二节 生物工程的组成学科	2
一、基因工程	2
二、细胞工程	3
三、发酵工程	3
四、酶工程	4
五、蛋白质工程	5
第三节 生物工程的发展历史和趋势	5
第四节 我国生物工程的现状	7
第二章 生物工程一般技术	8
第一节 细胞培养无菌操作与常用设备	9
一、细胞培养无菌操作	9
二、细胞培养常用器材及灭菌方法	9
三、细胞培养及无菌操作需要的设备	11
第二节 培养基及其配制	14
一、培养基的成分及其作用	14
二、培养基的类型	16
三、培养基的配制	18
第三节 细胞的大规模培养与常用设备	22
一、植物细胞的大规模培养与常用设备	22
二、动物细胞的大规模培养与常用设备	25
三、微生物的大规模培养与常用设备	28
第三章 基因工程	33
第一节 遗传物质基础的概述	33
一、基因工程研究的理论基础	34
二、基因工程操作的基本技术路线	34

三、DNA 的结构和特性	34
四、RNA 的结构与功能	37
五、DNA 和 RNA 的分离	40
第二节 基因表达的调控	43
一、原核生物基因表达的调控	44
二、真核生物基因表达的调控	50
三、生物中心法则	54
第三节 基因工程技术中常用工具酶	55
一、限制性核酸内切酶	55
二、DNA 连接酶	57
三、DNA 修饰酶	58
第四节 载体和宿主细胞	59
一、质粒载体	60
二、噬菌体载体	61
三、其他病毒载体及大容量载体	62
四、宿主细胞类型	63
第五节 目的基因克隆策略	64
一、获得目的基因的途径	64
二、有功能启动子的分离和构建	67
第六节 聚合酶链式反应	69
一、PCR 的基本特征	69
二、PCR 引物的设计	71
三、PCR 反应中使用的 DNA 聚合酶	71
四、改进的 PCR 技术	73
五、PCR 产物的加工	73
六、PCR 技术的应用	73
第七节 重组子的鉴定和分析	75
一、根据载体选择标记基因筛选转化子	75
二、根据重组 DNA 分子鉴定重组子	76
三、应用 DNA 芯片鉴定重组子	77
四、根据目的基因转录产物 (mRNA) 鉴定重组子	78
五、根据目的基因翻译产物鉴定重组子	79
第八节 基因表达体系	79
一、原核基因和真核基因表达调控机制	79
二、原核表达体系	80
三、酵母表达体系	80
四、高等生物细胞表达体系	81

第九节 转基因动物	81
一、转基因鼠的研究方法	82
二、人类疾病的转基因动物模型	85
三、基因敲除与基因治疗	86
四、其他转基因动物的研究方法	86
五、克隆动物	87
第四章 细胞工程	92
第一节 细胞工程基础	92
一、细胞生物学基础	92
二、细胞工程概述	96
第二节 植物细胞工程	99
一、植物细胞工程与药物生产	100
二、植物细胞的培养	101
三、次生代谢物的分离	108
四、原生质体融合与不对称体细胞杂交	110
第三节 动物细胞工程	113
一、常用动物组织细胞的培养	113
二、细胞的超低温保存技术	115
三、动物细胞融合和细胞重组	116
四、干细胞技术与组织工程	120
第五章 发酵工程	124
第一节 发酵工程概述	124
一、发酵工程的概念及内容	124
二、发酵工程发展简史	125
三、发酵工程的发展趋势	128
四、我国发酵工程的应用与发展	128
第二节 发酵菌种及发酵工业上常见的微生物	130
一、发酵菌种	130
二、菌种制备与扩大培养	132
三、常见微生物的发酵类型	136
第三节 发酵工艺条件及主要控制参数	137
一、发酵基本技术及操作	137
二、发酵过程的代谢变化	144
三、影响发酵过程的主要参数及其控制	146
四、发酵终点的确定	149

第四节 发酵异常及其处理	150
一、种子异常及其处理	150
二、发酵过程异常及其处理	150
三、染菌及其处理	151
第五节 发酵经济学	154
一、概述	154
二、影响发酵成本的主要因素	154
第六章 酶工程	159
第一节 酶学基础	159
一、酶的组成与结构	159
二、酶的分类与命名	160
三、酶的性质	161
四、影响酶促反应的因素	162
第二节 酶制剂的来源	162
一、动植物组织中直接提取	162
二、微生物的发酵生产	162
三、动植物细胞培养产酶	163
四、基因工程酶	163
第三节 酶的分离与纯化	163
一、细胞制酶的一般流程	164
二、酶的分离与纯化方法	164
三、酶制剂的浓缩和干燥	166
第四节 酶分子的改造	166
一、酶分子修饰	167
二、酶的定制	168
第五节 酶和细胞的固定化	169
一、酶的固定化	169
二、细胞的固定化	170
第六节 酶反应器	171
一、概念	171
二、酶反应器的类型	171
第七节 酶在医药学方面的应用	172
一、酶在疾病诊断中的应用	172
二、酶在疾病治疗中的作用	173
三、酶在制药中的应用	174

第七章 生物工程在医药方面的应用	177
第一节 生物药物的历史和发展	177
第二节 生物药物的种类	178
第三节 生物制药新技术	179
第四节 基因工程	180
一、基因工程药物品种开发	180
二、改良菌种, 产生新的微生物药物	180
三、建立新药筛选模型	180
四、改进药物生产工艺	180
五、人类基因组计划	181
六、基因诊断	183
七、基因治疗	183
第五节 细胞工程	184
一、单克隆抗体技术	184
二、植物细胞培养生产次生代谢产物	184
三、动物细胞培养	184
四、利用转基因动、植物生产蛋白质类药物	184
第六节 发酵工程	184
第七节 酶工程	185
第八章 基因工程与生物安全	186
第一节 转基因食品及转基因生物的安全性问题	187
第二节 人类基因的研究、应用及其安全性问题	189
第三节 克隆动物的安全性问题	190
第四节 其他转基因生物的安全性问题	191
实训实验	193
实训一 生物工程基础操作	193
实验一 动物细胞培养主要溶液的配制与灭菌	193
实训二 基因工程实训	195
实验二 外周血有核细胞基因组 DNA 的提取	195
实验三 DNA 片段的回收与纯化	198
实验四 DNA 的重组连接	198
实验五 大肠杆菌的转化及重组菌的筛选	200
实验六 重组质粒的抽提	201
实验七 限制性内切酶切割 DNA	203
实验八 PCR 反应及其产物检测	204