



全国高等医药院校药学类第四轮规划教材

供中药、药学及相关专业用

中药生物技术

(第2版)

□ 主编 刘吉华

中国医药科技出版社

全国高等医药院校药学类第四轮规划教材

中药生物技术

(供中药、药学及相关专业用)

第 2 版

主 编 刘吉华
副主编 唐晓清 于荣敏
编 委 (以姓氏笔画为序)
于荣敏 (暨南大学)
刘吉华 (中国药科大学)
刘秀峰 (中国药科大学)
杨 然 (中国药科大学)
张 剑 (中国药科大学)
赵思思 (中国药科大学)
唐晓清 (南京农业大学)
盖晓红 (中国药科大学)
熊 枫 (中国药科大学)
樊梦霖 (中国药科大学)

中国医药科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中药生物技术/刘吉华主编. —2 版. —北京: 中国医药科技出版社, 2015. 10
全国高等医药院校药学类第四轮规划教材
ISBN 978 - 7 - 5067 - 7447 - 5

I. ①中… II. ①刘… III. ①中药学—生物工程—医学院校—教材 IV. ①R28

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 186835 号

中国医药科技出版社官网 www.cmstp.com	医药类专业图书、考试用书及 健康类图书查询、在线购买
网络增值服务官网 textbook.cmstp.com	医药类教材数据资源服务

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 × 1092mm¹/₁₆

印张 21

字数 409 千字

初版 2006 年 1 月第 1 版

版次 2015 年 10 月第 2 版

印次 2015 年 10 月第 1 次印刷

印刷 三河市双峰印刷装订有限公司

经销 全国各地新华书店

书号 978 - 7 - 5067 - 7447 - 5

定价 42.00 元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国高等医药院校药学类第四轮规划教材

常务编委会

- 名誉主任委员 邵明立 林蕙青
主任委员 吴晓明 (中国药科大学)
副主任委员 (以姓氏笔画为序)
刘俊义 (北京大学药学院)
匡海学 (黑龙江中医药大学)
朱依淳 (复旦大学药学院)
郭 姣 (广东药学院)
毕开顺 (沈阳药科大学)
吴少楨 (中国医药科技出版社)
吴春福 (沈阳药科大学)
张志荣 (四川大学华西药学院)
姚文兵 (中国药科大学)
彭 成 (成都中医药大学)
委 员 (以姓氏笔画为序)
王应泉 (中国医药科技出版社)
田景振 (山东中医药大学)
李 高 (华中科技大学同济医学院药学院)
李元建 (中南大学药学院)
李青山 (山西医科大学药学院)
杨 波 (浙江大学药学院)
杨世民 (西安交通大学医学部)
陈思东 (广东药学院)
侯爱君 (复旦大学药学院)
官 平 (沈阳药科大学)
祝晨蓀 (广州中医药大学)
柴逸峰 (第二军医大学药学院)
黄 园 (四川大学华西药学院)
朱卫丰 (江西中医药大学)
秘 书 夏焕章 (沈阳药科大学)
徐晓媛 (中国药科大学)
黄泽波 (广东药学院)
浩云涛 (中国医药科技出版社)
赵燕宜 (中国医药科技出版社)

出版说明

全国高等医药院校药学类规划教材，于 20 世纪 90 年代启动建设，是在教育部、国家食品药品监督管理总局的领导和指导下，由中国医药科技出版社牵头中国药科大学、沈阳药科大学、北京大学药学院、复旦大学药学院、四川大学华西药学院、广东药学院、华东科技大学同济药学院、山西医科大学、浙江大学药学院、复旦大学药学院、北京中医药大学等 20 余所院校和医疗单位的领导和专家成立教材常务委员会共同组织规划，在广泛调研和充分论证基础上，于 2014 年 5 月组织全国 50 余所本科院校 400 余名教学经验丰富的专家教师历时一年余不辞辛劳、精心编撰而成。供全国药学类、中药学专业教学使用的本科规划教材。

本套教材坚持“紧密结合药学类专业培养目标以及行业对人才的需求，借鉴国内外药学教育、教学的经验和成果”的编写思路，20 余年来历经三轮编写修订，逐渐形成了一套行业特色鲜明、课程门类齐全、学科系统优化、内容衔接合理的高质量精品教材，深受广大师生的欢迎，其中多数教材入选普通高等教育“十一五”“十二五”国家级规划教材，为药学本科教育和药学人才培养，做出了积极贡献。

第四轮规划教材，是在深入贯彻落实教育部高等教育教学改革精神，依据高等药学教育培养目标及满足新时期医药行业高素质技术型、复合型、创新型人才需求，紧密结合《中国药典》、《药品生产质量管理规范》（GMP）、《药品非临床研究质量管理规范》（GLP）、《药品经营质量管理规范》（GSP）等新版国家药品标准、法律法规和 2015 年版《国家执业药师资格考试大纲》编写，体现医药行业最新要求，更好地服务于各院校药学教学与人才培养的需要。

本轮教材的特色：

1. 契合人才需求，体现行业要求 契合新时期药学人才需求的变化，以培养创新型、应用型人才并重为目标，适应医药行业要求，及时体现 2015 年版《中国药典》及新版 GMP、新版 GSP 等国家标准、法规和规范以及新版国家执业药师资格考试等行业最新要求。

2. 充实完善内容，打造教材精品 专家们在上一轮教材基础上进一步优化、

精炼和充实内容。坚持“三基、五性、三特定”，注重整套教材的系统科学性、学科的衔接性。进一步精简教材字数，突出重点，强调理论与实际需求相结合，进一步提高教材质量。

3. 创新编写形式，便于学生学习 本轮教材设有“学习目标”“知识拓展”“重点小结”“复习题”等模块，以增强学生学习的目的性和主动性及教材的可读性。

4. 丰富教学资源，配套增值服务 在编写纸质教材的同时，注重建设与其相配套的网络教学资源，以满足立体化教学要求。

第四轮规划教材共涉及核心课程教材 53 门，供全国医药院校药学类、中药学专业教学使用。本轮规划教材更名两种，即《药学文献检索与利用》更名为《药学信息检索与利用》，《药品经营管理 GSP》更名为《药品经营管理——GSP 实务》。

编写出版本套高质量的全国本科药学类专业规划教材，得到了药学专家的精心指导，以及全国各有关院校领导和编者的大力支持，在此一并表示衷心感谢。希望本套教材的出版，能受到全国本科药学专业广大师生的欢迎，对促进我国药学类专业教育教学改革和人才培养做出积极贡献。希望广大师生在教学中积极使用本套教材，并提出宝贵意见，以便修订完善，共同打造精品教材。

全国高等医药院校药学类规划教材编写委员会

中国医药科技出版社

2015 年 7 月

全国高等医药院校药学类第四轮规划教材书目

教材名称	主 编	教材名称	主 编
公共基础课			
1. 高等数学 (第3版)	刘艳杰	26. 医药商品学 (第3版)	刘 勇
	黄榕波	27. 药物经济学 (第3版)	孙利华
2. 基础物理学 (第3版)*	李 辛	28. 药用高分子材料学 (第4版)	方 亮
3. 大学计算机基础 (第3版)	于 静	29. 化工原理 (第3版)*	何志成
4. 计算机程序设计 (第3版)	于 静	30. 药物化学 (第3版)	尤启冬
5. 无机化学 (第3版)*	王国清	31. 化学制药工艺学 (第4版)*	赵临襄
6. 有机化学 (第2版)	胡 春	32. 药剂学 (第3版)	方 亮
7. 物理化学 (第3版)	徐开俊	33. 工业药剂学 (第3版)*	潘卫三
8. 生物化学 (药学类专业通用) (第2版)*	余 蓉	34. 生物药剂学 (第4版)	程 刚
9. 分析化学 (第3版)*	郭兴杰	35. 药物分析 (第3版)	于治国
		36. 体内药物分析 (第3版)	于治国
专业基础课和专业课		37. 医药市场营销学 (第3版)	冯国忠
10. 人体解剖生理学 (第2版)	郭青龙	38. 医药电子商务 (第2版)	陈玉文
	李卫东	39. 国际医药贸易理论与实务 (第2版)	马爱霞
11. 微生物学 (第3版)	周长林	40. GMP 教程 (第3版)*	梁 毅
12. 药学细胞生物学 (第2版)	徐 威	41. 药品经营质量管理——GSP 实务 (第2版)*	梁 毅
13. 医药伦理学 (第4版)	赵迎欢	42. 生物化学 (供生物制药、生物技术、 生物工程和海洋药学专业使用) (第3版)	陈玉文
14. 药学概论 (第4版)	吴春福		吴梧桐
15. 药学信息检索与利用 (第3版)	毕玉侠	43. 生物技术制药概论 (第3版)	姚文兵
16. 药理学 (第4版)	钱之玉	44. 生物工程 (第3版)	王 旻
17. 药物毒理学 (第3版)	向 明	45. 发酵工艺学 (第3版)	夏焕章
	季 晖	46. 生物制药工艺学 (第4版)*	吴梧桐
18. 临床药物治疗学 (第2版)	李明亚	47. 生物药物分析 (第2版)	张怡轩
19. 药事管理学 (第5版)*	杨世民	48. 中医药学概论 (第2版)	郭 姣
20. 中国药事法理论与实务 (第2版)	邵 蓉	49. 中药分析学 (第2版)*	刘丽芳
21. 药用拉丁语 (第2版)	孙启时	50. 中药鉴定学 (第3版)	李 峰
22. 生药学 (第3版)	李 萍	51. 中药炮制学 (第2版)	张春风
23. 天然药物化学 (第2版)*	孔令义	52. 药用植物学 (第3版)	路金才
24. 有机化合物波谱解析 (第4版)*	裴月湖	53. 中药生物技术 (第2版)	刘吉华
25. 中医学基础 (第3版)	李 梅		

“*” 示该教材有与其配套的网络增值服务。

前言

随着科技的迅猛发展，现代生物技术手段已经渗透到中药研究与生产的各个领域，在中药资源的可持续利用、中药鉴定及质量控制、中药活性成分及作用机制研究、基于中药的创新药物研制等方面发挥着越来越重要的作用。中药生物技术已经成为中药学、中药资源开发等相关专业人员的必备知识和技能。

作为全国高等医药院校药学类规划教材，《中药生物技术》自2005年出版以来，在教学使用中取得了较好的效果，但也发现了一些不足之处，本版教材对内容进行了修改、补充和调整，使其更适宜于教学计划的实施及相关研究人员参考。

本书以“基因工程技术与中药现代研究”“药用植物细胞工程技术”“发酵工程技术与中药现代研究”“生物转化技术及其研究进展”“酶工程技术与中药现代研究”，以及“中药现代研究中的其他技术方法”六篇内容，探讨了现代生物技术手段在中药生产、中药鉴别及中药现代研究各个领域中的应用。鉴于目前中药学相关专业学生的课程设置中生物学专业课程开设较少，学生生物学基础相对薄弱，在编写和修订本教材时对相关生物学基础知识也进行了概括性介绍，供读者学习时参考及教学过程中选用。本教材可作为高等医药院校中药生物技术相关课程的教材，也可供研究生和有关科技人员参考。

本书在编写和修订过程中得到了中国药科大学、暨南大学、南京农业大学的大力支持，使用2005版教材的教师及学生对本书的修订提出了宝贵的意见及建议。在此对大家给予的关心、支持和指导表示衷心的感谢！

希望本版教材的编写和修订能够与国内同类教材和资料起到相得益彰的作用，并能共同促进中药生物技术课程的建设。本书虽然较修订之前有所进步，但限于编者的学识和写作水平，还存在诸多不足，甚至难免有错漏之处，敬请专家、读者批评指正。

编者

2015年4月

目录

绪论	1
一、生物技术的含义	1
二、生物技术发展简史	2
三、中药生物技术发展概况	3
四、生物技术相关学科与中医药现代化发展的关系	7
五、中药生物技术发展展望	9

第一篇 基因工程技术与中药现代研究

第一章 药用植物基因工程	12
第一节 基因工程概述	12
一、基因工程的定义	12
二、基因工程的主要研究内容	12
三、基因工程的主要操作技术	12
四、目的基因与载体的体外连接	14
五、基因工程常用的工具酶	15
第二节 植物基因工程载体	17
一、基因工程载体种类	17
二、常用载体简介	18
第三节 植物遗传转化技术和方法	22
一、利用农杆菌的 Ti 质粒进行转化	22
二、利用病毒感染进行转化	25
三、物理转化方法	26
第四节 其他植物转基因技术	27
一、植物抗病毒基因工程	28
二、植物抗虫基因工程	31
第二章 中药的分子鉴别技术	34
第一节 生物遗传多样性与 DNA 分子标记	34

一、生物的遗传多样性与 DNA 多态性	34
二、DNA 分子标记技术	34
三、DNA 分子标记用于生药鉴定的优点	35
第二节 基于分子杂交的分子标记技术	35
一、基本原理	35
二、基本步骤	36
三、影响因素及注意事项	37
四、RFLP 的优点及局限性	37
五、在中药材鉴别中的应用	38
第三节 基于 PCR 的技术	40
一、随机扩增多态性 DNA	40
二、扩增片段长度多态性	47
三、DNA 条形码技术	50
第四节 DNA 测序技术及应用	54
一、测序原理	54
二、测序的试剂、材料及实验条件	54
三、测序的自动化	56
四、优点及不足	56
五、在中药研究中用于测序的基因	56
第五节 其他分子鉴别技术	59
一、高特异性 PCR	59
二、RAPD 显性标记中的特异性序列 SCAR	59

第二篇 药用植物细胞工程技术

第三章 植物细胞工程概述	62
第一节 植物细胞工程及其基本概念	62
一、细胞工程概述	62
二、基本概念	63
第二节 植物细胞工程的类别及应用	65
一、植物细胞工程的类别	65
二、植物细胞工程的应用	66
第三节 植物细胞的形态及生理特性	68
一、植物细胞的形态	68
二、植物细胞的结构特征	68
三、植物细胞的主要生理活性物质及其他化学组分	72
四、植物培养细胞的生理特性	73

第四节 植物细胞工程发展简史	74
第四章 药用植物组织细胞培养与次生代谢产物生产	76
第一节 植物细胞培养的基本技术	76
一、植物材料的准备	77
二、培养方法	78
三、植物细胞培养的生物反应器	80
第二节 培养基	85
一、无机盐	86
二、碳源	86
三、植物生长调节剂	86
四、有机氮源	87
五、维生素	87
第三节 药用植物细胞悬浮培养与毛状根培养	87
一、药用植物细胞悬浮培养	88
二、药用植物毛状根培养	92
第四节 植物次级代谢产物累积的影响因素	93
一、外植体选择	93
二、培养条件的影响	94
第五章 药用植物快速繁殖与脱病毒技术	101
第一节 基本概念	101
第二节 植物脱毒技术	102
一、无病毒苗的培养方法	103
二、脱毒苗的鉴定	105
第三节 植物微繁殖的一般技术	107
一、无菌培养物的建立	108
二、培养物的增殖	109
三、根的诱导	110
四、移栽	110
第四节 影响植物微繁殖的主要因素及应用	111
一、主要影响因素	111
二、植物微繁殖技术的应用	114
第六章 药用植物原生质体制备及细胞融合技术	115
第一节 原生质体的分离和培养	115
一、外植体的来源	115
二、原生质体分离的渗透剂和酶学	115
三、原生质体分离的方法	117

四、原生质体的活力检测	117
五、原生质体的培养	118
第二节 原生质体融合和细胞杂交	122
一、原生质体融合的方法	123
二、原生质体的融合产物	124
三、体细胞杂种或异核体的选择	125
四、体细胞杂种的鉴定	126
五、植物体细胞杂交的应用	128
第三节 药用植物原生质体研究进展	128
第七章 药用植物单倍体与多倍体的诱导及应用	133
第一节 药用植物单倍体诱导	133
一、基本概念	133
二、单倍体的发育途径	134
三、单倍体植物的特点	134
四、人工诱导单倍体的方法	135
五、单倍体诱导进展	136
第二节 药用植物的多倍体诱导	136
一、染色体加倍的途径	137
二、多倍体植物在药用植物生产中的应用	137
三、药用植物多倍体诱导进展	139

第三篇 发酵工程技术与中药现代研究

第八章 发酵技术概论	142
第一节 概述	142
一、基本概念	142
二、发酵反应的特点及发酵工程内容	143
第二节 发酵工程中常用的微生物	144
一、细菌	145
二、放线菌	145
三、霉菌	146
四、酵母	148
第三节 培养基	149
一、培养基的分类	149
二、培养基的组成	151
三、培养基的配制原则	152

四、培养基的灭菌	153
第四节 菌种的来源及优良菌种的选育	154
一、微生物的分布	154
二、菌种的分离	155
三、优良菌种的选育	156
第五节 发酵过程及发酵的操作方式	160
一、微生物发酵的一般过程	160
二、微生物发酵的操作方式	162
第六节 影响发酵的主要因素及其控制	166
一、温度对发酵的影响及控制	166
二、pH 对发酵过程的影响及控制	167
三、溶氧对发酵的影响及控制	169
四、泡沫对发酵过程的影响及控制	171
第七节 固体发酵	172
第九章 发酵技术在中药生产中的应用	174
第一节 菌类中药的液体深层发酵生产	174
一、虫草菌丝体的液体深层发酵生产	174
二、灵芝菌丝体的液体深层发酵生产	175
三、中药红曲的液体深层发酵生产	176
第二节 中药的固体发酵生产	177
一、槐栓菌的固体发酵生产	178
二、红曲的固体发酵生产	178
第三节 中药有效成分的发酵生产	179
第十章 药用植物内生真菌研究	181
第一节 概述	181
一、内生真菌的涵义	181
二、内生真菌的生物多样性	181
三、内生真菌的生物学活性	182
第二节 具有潜在药用价值的内生真菌及其作用机制	182
一、内生真菌产生活性代谢产物的作用机制	182
二、产生活性物质的内生真菌	183
第三节 药用植物内生真菌发酵研究	186
一、药用植物内生真菌发酵生产活性化合物的优点	186
二、微生物发酵紫杉醇的研究	186
三、产生紫杉醇的内生真菌及其分离	187
第十一章 发酵技术与中药炮制	191

第一节 中药发酵炮制简介	191
一、中药发酵炮制的概念及现状	191
二、中药发酵炮制技术	195
第二节 中药发酵炮制学的研究与应用	196
一、微生物发酵炮制何首乌	196
二、中药刺五加的发酵炮制	197
三、微生物发酵炮制红花	197
四、五倍子的发酵炮制	198

第四篇 生物转化技术及其研究进展

第十二章 生物转化技术概述	200
第一节 生物转化的概念及其特点	200
一、生物转化的概念	200
二、生物转化的特点	200
第二节 生物转化系统	201
一、微生物及其酶制剂	201
二、植物细胞或组织器官培养物	202
三、海洋藻类	203
四、昆虫的幼虫	203
第三节 常见的生物转化反应类型	203
一、氧化反应	203
二、还原反应	204
三、水解反应	205
四、缩合反应	206
五、胺化反应	207
六、酰基化反应	208
七、降解反应	208
八、脱水反应	209
九、糖基化反应	209
第四节 生物转化技术在中药研究中的应用	209
第十三章 中药活性成分的微生物转化技术	211
第一节 微生物转化概述	211
一、细菌、放线菌与真菌	211
二、游离细胞与固定化细胞	211
三、生长细胞与静息细胞	212

四、野生菌和基因工程菌	212
第二节 微生物转化的一般实验方法与转化方式	212
一、一般实验方法	212
二、微生物转化方法	213
第三节 微生物转化的影响因素	214
一、底物的添加方法	215
二、酶的诱导剂的作用	215
三、酶的抑制剂的作用	216
第四节 微生物转化在中药研究中的应用	216
一、生物碱的微生物转化	216
二、萜类化合物的微生物转化	218
三、甾体化合物的微生物转化	223
四、黄酮类化合物的微生物转化	224
第十四章 植物细胞、组织生物转化	231
第一节 概述	231
第二节 一般实验方法与技术要点	232
一、植物细胞转化	232
二、利用植物毛状根进行转化	233
第三节 影响植物细胞、组织转化的因素	234
一、植物培养物的种类、株系、生长阶段等	234
二、外源化合物的影响	234
三、培养条件	235
第四节 利用植物细胞、组织转化中药活性成分研究的实例	235
一、人参毛状根对洋地黄毒苷元转化的研究	235
二、高山红景天悬浮细胞将酪醇转化为红景天苷的研究	237
三、利用前体饲喂的方法对紫杉醇母核的生物合成途径进行研究	238
四、通过植物细胞培养的橙皮素糖基化的研究	239

第五篇 酶工程技术与中药现代研究

第十五章 酶工程基础	245
第一节 酶工程概述	245
一、酶的一般概念	245
二、酶的结构	245
三、酶的作用机制	246
四、酶促反应动力学	246

第二节 酶的分离纯化及活力测定	246
一、酶分离纯化前的预处理	246
二、酶分离纯化技术	249
三、酶活力的测定	251
四、应用实例	251
第三节 酶工程的发展及应用	252
一、国际有关发展情况	252
二、我国酶工程的起步阶段	253
三、我国酶工程应用的艰难时期	254
四、改革开放之初	254
五、稳步发展期	255
六、酶在中药成分提取中的应用	257
七、天然活性成分合成关键酶的生产	258
第十六章 酶与细胞的固定化	259
第一节 酶与细胞固定化概述	259
一、固定化酶及其特点	259
二、固定化细胞及其特点	260
第二节 酶与细胞的固定方法	261
一、吸附法	261
二、包埋法	262
三、共价结合法	263
四、交联法	263
五、定向固定法	263
六、其他固定方法	264
第三节 酶生物反应器	265
一、搅拌罐型反应器	266
二、固定床型反应器	266
三、流化床型反应器	267
四、膜反应器	267
第四节 酶固定化技术应用实例	270
一、固定化技术在药物制造上的应用	270
二、固定化技术在医学诊断和治疗上的应用	271
三、固定化技术在生产氨基酸上的应用	271
四、固定化技术在生产有机酸上的应用	271
第十七章 有机相酶促催化及其应用	273
第一节 有机催化的作用特点	273
第二节 有机相中酶促反应的主要影响因素	276

一、溶剂对非水介质中酶促反应的影响	276
二、反应温度的影响	278
三、溶剂 pH 的影响	278
四、物理因素的影响	279
五、不同反应试剂的影响	279
六、“分子记忆”的影响	279
第三节 有机相酶促反应的应用	280

第六篇 中药现代研究中的其他技术方法

第十八章 抗体技术及其在中药研究中的应用	284
第一节 抗原 - 抗体反应	284
一、抗原 - 抗体反应的特点	285
二、影响体外抗原 - 抗体反应的因素	285
三、抗原 - 抗体结合力	286
第二节 抗原 - 抗体反应测定方法	286
一、放射免疫法	287
二、酶联免疫吸附法	287
三、免疫荧光法	290
四、免疫组织化学技术	290
五、免疫印迹法	291
六、免疫沉淀法	291
七、免疫电泳技术	292
八、免疫微粒技术	292
九、免疫 PCR 技术	292
第三节 抗体技术在中药中的应用	293
一、单克隆抗体药物	293
二、免疫亲和纯化技术	295
三、中药有效成分的检测	296
四、中药材质量控制中的应用	297
五、抗体的解毒作用	297
第十九章 芯片技术及其在中药研究中的应用	299
第一节 生物芯片概述	299
一、生物芯片概念	299
二、生物芯片的类型	300
第二节 基因芯片的制备	300