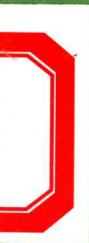




面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

现代生物技术概论

程备久 主编



中 国 农 业 出 版 社

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

现代生物技术概论

程备久 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代生物技术概论/程备久主编. —北京: 中国农业出版社, 2003.8

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-109-08390-X

I. 现... II. 程... III. 生物技术-高等学校-教材 IV. Q81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 065031 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 李国忠

农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 28.75

字数: 507 千字

定价: 37.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

主 编 程备久 (安徽农业大学)

副主编 李景鹏 (东北农业大学)

涂国全 (江西农业大学)

张立军 (沈阳农业大学)

参 编 (按姓氏笔画排序)

于品华 (甘肃农业大学)

朱苏文 (安徽农业大学)

汤浩茹 (四川农业大学)

吴永尧 (湖南农业大学)

陈 宏 (西北农林科技大学)

侯红萍 (山西农业大学)

主 审 王学德 (浙江大学)

前 言

现代生物技术已被世界各国视为一种高新技术。它是解决人类所面临的食物、健康、环境和资源等问题的关键技术，与理、工、农、医等科技的发展及伦理、道德、法律等社会问题都有着密切的关系，对国计民生将产生重大的影响。

现代生物技术发展迅速，特别是人类基因组计划的实施，使得基因组学、生物信息学、生物芯片、组织工程、基因组工程等新学科、新技术不断涌现，生物技术在农业上的应用正不断向产前、产中和产后延伸。因此，让高等院校学生了解现代生物技术的基本知识和国内外生物技术各领域发展的来龙去脉、研究现状、发展方向和相应对策，对拓展学生知识面、提高现代科技素质具有重要意义。为此，本书在编写过程中力求向以下几方面努力。

1. 建立新的课程体系 全书分为基础篇、专题篇和应用篇三部分。基础篇包括绪论、基因工程、细胞工程、发酵工程和酶工程，涵盖了现代生物技术的基本原理和方法。专题篇包括基因克隆策略与转基因技术、转基因生物外源基因表达及其安全性、基因组学与基因组工程、生物信息学和生物反应器技术，相对展开地介绍各领域相关学科的理论、方法和进展。应用篇包括生物技术与农业、生物技术与食品、生物技术与环境、生物技术与人类及生物技术与能源，具体介绍生物技术在各领域中的应用。

2. 开辟通往学科前沿的窗口 作为大学教材，本书重视开阔学生视野、为学生开辟通往学科前沿的多个窗口，通过相关的章节深入浅出地介绍现代生物技术研究和应用的热点和最新进展，如：基因组学、蛋白质组学、生物信息学、生物芯片、基因组工程、组织工程、基因治疗、分子标记育种、RNA 干涉、转基因食品安全与评价等。

3. 通用性和灵活性 本书内容适用于农林院校各专业,同时也适用于其他院校的生物类专业。教师可根据不同授课对象和不同的学时数,灵活地选择和组合不同的教学内容,以基础篇作为基本讲授内容,从专题篇和应用篇选讲所需章节,其余内容可供学生自学。

本书由九所院校十位教学、科研经验丰富的中青年骨干教师编写而成。第一章和第九章由程备久编写;第六章和第十四章由李景鹏编写;第四章和第十章由涂国全编写;第五章和第十三章由张立军编写;第七章由吴永尧编写;第三章由汤浩茹和于品华编写;第十一章由陈宏、于品华和汤浩茹编写;第二章和第八章由朱苏文编写;第十二章和第十五章由侯红萍编写。全书由程备久统稿。

本书从编写到出版,得到各有关院校和中国农业出版社的大力支持。在编写过程中,方志友、连超群、江海洋参与了插图编排和文字核校工作。并承蒙浙江大学王学德教授主审。全体编者在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平所限及时间仓促,本书可能有不少错漏之处,敬请读者提出修正意见。

程备久

2003年6月

目 录

前言

基 础 篇

第一章 绪论	1
第一节 现代生物技术的概念	1
一、生物技术的含义	1
二、生物技术的内容	2
三、现代生物技术涉及的学科	3
第二节 生物技术的发展简史	5
第三节 现代生物技术的主要应用	7
一、农业生产上的应用	7
二、医药产业上的应用	9
三、能源开发和环境保护方面的应用	12
四、工业生产上的应用	13
小结	14
复习思考题	14
主要参考文献	14
第二章 基因工程	15
第一节 基因工程基础	15
一、概述	15
二、基因工程的定义	15
三、基因工程的内容和方法	16
四、基因工程的分子生物学基础	16
第二节 工具酶	19
一、限制性内切酶	20
二、连接酶	23
三、修饰酶	23
第三节 基因工程载体	29
一、质粒载体	29

二、噬菌体载体	32
三、柯斯质粒载体	33
第四节 目的基因的制备	34
一、目的基因	34
二、基因文库	34
三、目的基因的获取	35
第五节 基因与载体连接	37
一、重组 DNA 的概念	37
二、载体 DNA 与外源基因片段的连接	38
三、最佳连接反应	42
第六节 重组 DNA 导入受体细胞	42
一、目的 DNA 片段的扩增	42
二、感受态细胞的制备	43
三、重组体导入受体细胞	43
第七节 重组子的筛选与鉴定	44
一、遗传检测法	45
二、核酸分析法	47
三、物理检测法	49
四、目的基因转录产物检测	51
五、目的基因翻译产物检测	52
小结	52
复习思考题	52
主要参考文献	53
第三章 细胞工程	54
第一节 细胞工程基础	54
一、细胞工程的概念	54
二、细胞工程基础知识	55
三、细胞工程基本操作技术	61
第二节 植物细胞工程	62
一、植物体细胞胚胎发生	62
二、植物细胞培养	67
三、植物体细胞杂交	74
四、单倍体植物的培养	77
五、合子胚培养	81
六、植物组织培养	84
第三节 动物细胞工程	85

一、动物细胞组织培养	86
二、动物细胞融合	89
三、动物细胞拆合	93
第四节 微生物细胞工程	98
一、微生物细胞融合	98
二、原核细胞的原生质体融合	99
三、真菌的原生质体融合	100
小结	100
复习思考题	101
主要参考文献	101
第四章 发酵工程	102
第一节 发酵工程基础	103
一、发酵工程的内容	103
二、发酵技术的特点及应用	105
第二节 发酵过程与工艺控制	106
一、发酵常用微生物	106
二、培养基	108
三、发酵的一般过程	110
四、发酵工艺控制	112
第三节 发酵设备与发酵类型	115
一、发酵设备	115
二、发酵类型	119
第四节 发酵下游加工过程	125
一、发酵液预处理和固液分离	125
二、发酵产物的提取	125
三、精制	131
四、成品加工	132
第五节 典型产品的发酵生产	132
一、抗生素发酵生产	132
二、氨基酸发酵生产	134
三、维生素发酵生产	136
小结	137
复习思考题	137
主要参考文献	137
第五章 酶工程	139
第一节 酶工程基础	140

目 录

一、酶的分类与命名	140
二、酶的催化特性	141
三、产酶菌种的选育和保藏	141
第二节 酶的微生物发酵生产	146
一、菌种的活化和扩大培养	146
二、发酵培养基的制备	146
三、酶合成的促进剂和阻遏物	147
四、酶的发酵生产方法	148
五、酶的发酵条件控制	148
第三节 酶的分离纯化	149
一、酶分离纯化的一般程序	149
二、酶分离提取的条件控制	150
三、酶的工业分离纯化技术	150
四、酶的精制技术	155
五、酶制剂的保藏条件	159
第四节 酶分子的改造	160
一、酶分子化学修饰	160
二、生物酶工程	163
第五节 酶的固定化与酶反应器	166
一、酶的固定化	166
二、细胞的固定化	168
三、酶反应器	169
第六节 生物传感器	171
一、生物传感器的工作原理	171
二、生物传感器的类型	172
三、生物传感器的作用特点	173
四、生物传感器的应用	174
小结	174
复习思考题	174
主要参考文献	175

专 题 篇

第六章 基因克隆策略与转基因技术	177
第一节 基因克隆策略	177
一、一般克隆法	177
二、功能克隆法	181

三、表性克隆法	182
四、插入分离法	185
五、位置克隆法	186
六、分子间互相作用法	188
第二节 转基因技术	190
一、动物转基因技术	190
二、植物转基因技术	193
三、微生物转基因技术	198
四、报告基因和选择标记	199
小结	203
复习思考题	203
主要参考文献	203
第七章 转基因生物外源基因表达及其安全性	205
第一节 转基因生物外源基因表达	205
一、外源基因表达系统	205
二、外源基因对转基因生物遗传的影响	212
三、影响外源基因表达的主要因素及其调控策略	215
四、基因表达调控技术	217
第二节 转基因生物的安全性及其风险评估	220
一、转基因生物安全性	220
二、转基因生物安全性评价	222
小结	229
复习思考题	230
主要参考文献	230
第八章 基因组学与基因组工程	231
第一节 基因组学概况	231
一、基因组学概念	231
二、基因组图谱的构建	232
三、功能基因组学与蛋白质组学	233
第二节 主要生物基域组研究进展	234
一、人类基因组	234
二、植物基因组	236
三、微生物基因组	244
第三节 基因组工程	245
一、基因组工程的概念	245
二、基因组工程及其在方法学上的差异	246

三、基因组工程的主要应用展望	247
第四节 生物芯片	248
一、概述	248
二、基因芯片	248
三、蛋白芯片	252
小结	252
复习思考题	254
主要参考文献	254
第九章 生物信息学	255
第一节 生物信息学的基本概念	255
第二节 分子生物信息数据库及其分析	256
一、分子生物信息数据库	256
二、数据库的查询与搜索	263
第三节 生物信息学的主要应用	266
一、大规模基因组测序中的信息分析	266
二、新基因和单核苷酸多态性的发现与鉴定	266
三、非编码区信息结构分析	267
四、遗传密码的起源和生物进化研究	268
五、完整基因组的比较研究	268
六、大规模基因功能表达谱的分析	269
七、蛋白质结构的预测与药物设计	269
八、生物信息学在基因芯片上的应用	270
九、生物信息学在农业育种上的应用	271
第四节 生物技术发明的保护	272
一、专利保护	272
二、商业秘密	275
三、植物育种者的权益	276
四、对生物技术发明实施保护的紧迫性	276
小结	277
复习思考题	278
主要参考文献	278
第十章 生物反应器技术	280
第一节 生物反应器基础	280
一、质量、热量和动量传递过程	280
二、生物反应器培养过程实质	281
第二节 微生物培养反应器技术	282

一、微生物培养环境与营养	282
二、微生物培养生物反应器	287
三、微生物培养应用	289
第三节 植物细胞培养生物反应器技术	290
一、植物细胞培养特征	290
二、植物细胞培养生物反应器	292
三、植物细胞培养的应用	293
第四节 动物细胞培养生物反应器技术	294
一、动物细胞培养特征	294
二、动物细胞培养生物反应器	296
三、动物细胞培养的应用	298
第五节 其他生物反应器	298
一、转基因植物生物反应器	298
二、转基因动物生物反应器	301
小结	302
复习思考题	303
主要参考文献	303

应 用 篇

第十一章 生物技术与农业	305
第一节 植物生物技术	305
一、植物组织培养在农业上的应用	305
二、体细胞杂交在植物育种中的应用	307
三、植物人工种子的研制	308
四、植物细胞培养及次生代谢产物的生产	311
五、植物转基因育种	313
六、农作物分子标记辅助育种	317
第二节 动物生物技术	320
一、动物转基因技术	321
二、动物克隆技术	324
三、胚胎生物工程技术	326
四、分子生物技术	332
五、动物生物技术的趋势及展望	333
第三节 微生物生物技术	334
一、生物固氮	334
二、微生物肥料	335

三、微生物农药	336
四、高等真菌的开发利用	337
五、农产品有害残留物质的微生物降解	339
小结	340
复习思考题	341
主要参考文献	341
第十二章 生物技术与食品	342
第一节 生物技术与食品加工	342
一、发酵生产食品与饮料	342
二、食品添加剂的生产	349
第二节 生物技术与食品检验	353
一、免疫学技术的应用	353
二、分子生物学技术的应用	355
第三节 转基因食品的安全性	357
一、遗传工程体特性分析	358
二、转基因食品的安全性评价原则	358
三、安全性评价的主要内容	359
四、安全性评价的数据库利用	361
小结	362
复习思考题	363
主要参考文献	363
第十三章 生物技术与环境	364
第一节 不同类型污染的生物处理技术	364
一、污水的生物处理	364
二、固体垃圾的生物处理	369
三、大气污染的生物治理	371
第二节 石油污染与重金属污染的生物处理	372
一、石油污染物的生物降解	372
二、重金属污染的生物处理	373
三、基因工程菌与污染治理	374
第三节 生物技术与环境污染监测	377
一、指示生物在环境污染检测中的应用	377
二、PCR 技术在环境污染检测中的应用	379
三、生物传感器在环境污染检测中的应用	379
四、生物芯片在环境污染检测中的应用	379
小结	380

复习思考题	380
主要参考文献	380
第十四章 生物技术与人类	382
第一节 生物技术与诊断	382
一、免疫学诊断技术	382
二、核酸诊断技术	384
第二节 生物技术与疫苗	386
一、概述	386
二、基因工程亚单位疫苗	387
三、基因工程活疫苗	387
四、合成疫苗	388
五、核酸疫苗	388
六、抗独特型疫苗	389
七、病毒性疾病的疫苗	390
八、细菌性疾病的疫苗	391
九、寄生虫病疫苗	391
十、避孕疫苗	391
十一、其他类疫苗	392
第三节 生物技术与制药	393
一、微生物制药	393
二、基因工程制药	395
三、细胞工程制药	398
第四节 生物技术与治疗	400
一、基因治疗	400
二、免疫治疗	404
三、器官移植	405
第五节 生物组织工程	407
一、胚胎干细胞	407
二、内皮细胞组织工程	408
三、造血细胞工程	409
四、成肌细胞组织工程	410
五、骨细胞工程	411
第六节 生物技术与道德伦理	412
一、人类基因组计划与伦理	412
二、基因治疗的伦理原则	413
三、克隆技术与伦理	414

目 录

小结	418
复习思考题	418
主要参考文献	419
第十五章 生物技术与能源	420
第一节 生物技术与能源开采	420
一、微生物与石油开采	420
二、石油生物脱硫	423
三、石油生物脱氮	424
四、煤的生物脱硫	425
第二节 生物技术与能源生产	427
一、乙醇生产	427
二、甲烷生产	430
三、氢能	432
四、生物燃料电池	433
五、海藻	434
小结	435
复习思考题	435
主要参考文献	435
附录 现代生物技术常见词英汉对照	437

基 础 篇

第一章 绪 论

学习要求 概要了解生物技术的含义、特点及其发展简史。了解现代生物技术的各项技术及其与其他学科的相互关系。了解现代生物技术的主要应用及其对人类社会发展的影响。

生物技术是当今世界发展最快、潜力最大和影响最深远的一项高新技术，被视为 21 世纪人类彻底解决人口、资源、环境三大危机，实现可持续发展的有效途径之一。所以，世界各国都将生物技术确定为增强国力和经济实力的关键技术之一。我国政府同样十分重视生物技术，并组织力量追踪和攻关。现代生物技术为什么会引起世界各国如此普遍的关注和重视？它同国民经济和理、工、农、医等科技与生产实践有何关系？首先，生物技术是解决全球经济问题的关键技术，在迎接人口、资源、能源、食物和环境五大危机的挑战中将大显身手。其次，生物技术将广泛地应用于医药卫生、农林牧渔、轻工、食品、化工、能源和环境等领域，促使传统产业的技术改造和新兴产业的形成，对人类社会生活将产生深远的革命性的影响。所以，生物技术是现实生产力，也是具有巨大经济效益的潜在生产力。生物技术是 21 世纪高新技术的核心内容，生物技术产业是 21 世纪的支柱产业。

第一节 现代生物技术的概念

一、生物技术的含义

生物技术 (biotechnology)，有时也称为生物工程 (bioengineering)，是指