

高职高专系列教材

GAOZHI GAOZHUAN
XILIE JIAOCAI

生物技术导论

SHENGWU JISHU DAOLUN

马贵民 徐光龙 主编

中国环境科学出版社

高职高专系列教材

生物技术导论

SHENGWU JISHU DAOLUN

马贵民 徐光龙 主编

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

生物技术导论/马贵民, 徐光龙主编. —北京: 中国
环境科学出版社, 2006.8

(高职高专系列教材)

ISBN 7-80209-314-7

I. 生… II. ①马… ②徐… III. 生物技术-高等
学校: 技术学校-教材 IV. Q81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 095732 号

责任编辑 张玉海 任海燕

责任校对 尹 芳

封面设计 陆 臻

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京东海印刷有限公司

经 销 各地新华书店

版 次 2006 年 8 月第一版

印 次 2006 年 8 月第一次印刷

印 数 1—3000

开 本 787×960 1/16

印 张 20

字 数 390 千字

定 价 25.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

高 职 高 专 系 列 教 材

编 写 委 员 会

北京农业职业学院

赵晨霞 李玉冰 王晓梅 周珍辉

江苏畜牧兽医职业技术学院

葛竹兴 刘 靖 曹 斌 高勤学 朱善元

锦州医学院畜牧兽医学院

曲祖乙 王玉田

黑龙江生物科技职业学院

王 鹏 蔡长霞 马贵民

广西农业职业技术学院

杨昌鹏

杨凌职业技术学院

马文哲

江西生物科技职业学院

徐光龙

上海农林职业技术学院

张 江

高 职 高 专 系 列 教 材
审 读 委 员 会

江苏食品职业技术学院	贡汉坤
杨凌职业技术学院	陈登文 陈淑茗
黑龙江农业经济职业学院	杜广平 张季中
苏州农业职业技术学院	潘文明 夏 红
吉林农业科技学院	孙艳梅
扬州大学兽医学院	秦爱建
复旦大学生命科学学院	黄伟达
中国农业大学实验动物中心	张 冰
中国绿色食品发展中心	张志华
国家环保总局有机食品发展中心	周泽江
江苏省兽药监察所	王苏华
江苏省农业科学院兽医研究所	戴鼎震

前 言

随着 20 世纪 70 年代初期重组 DNA 技术和淋巴细胞杂交瘤技术的发明，一项新的高科技——生物技术诞生了。生物技术一出现，就受到各国政府的高度重视。他们纷纷制定发展规划，投入巨额资金，实行优惠政策，并组织力量追踪和攻关，以此来促进这一新兴高科技的快速发展。生物技术之所以能够得到世界各国政府的如此关注，不仅因为它是解决人类面临的诸如粮食问题、健康问题、环境问题及能源问题的关键性技术，而且还因为它与理、工、农、医等科技的发展，与伦理、道德、法律等社会问题都有千丝万缕的联系，并将对国计民生产生巨大而深远的影响。

生物技术的发展日新月异，已渗透到我们生活的方方面面。在很久以前，我们的祖先就掌握了一些生物技术，并将其应用到食品加工、酿造、制革等领域中。1928 年，Fleming 发现了青霉素，使人类抵抗疾病的能力大大提高，生存质量明显改善；1953 年，Watson 和 Crick 发现了 DNA 双螺旋，从分子水平上揭示了遗传的本质，使生物技术向前迈进了一大步；1972 年，DNA 体外重组技术的诞生为现代生物技术方法学奠定了基础，后来一批新方法相继诞生，使我们可以随心所欲地修饰和体外表达蛋白质，为进行生命科学的基础研究及疾病的预防、诊断和治疗提供了有力的手段；1998 年，克隆羊的诞生在生命科学领域引起了轰动，从此，人们便可以利用克隆技术进行动物的育种，来改良动物的品种以及在动物体内生产我们所需的药用蛋白质，并在法律允许的范围内，充分利用克隆技术，为人类健康服务；1996 年，酵母基因组测序完成；2003 年，人类基因组测序完成，这标志着“后基因组”时代的到来，这是生命科学历史发展中一次新的飞跃；2005 年国际水稻基因组测序计划完成，这

是继人类基因组测序完成之后,科学家完成的又一项重要测序工作;2006年4月,世界首例分离XY精子性别控制试管水牛在中国农科院广西水牛研究所诞生,这意味着水牛的性别可以人为控制,并与其他生物进行性别控制的研究提供了有益的借鉴。以上这些令人鼓舞的巨大成就,激励和鞭策着21世纪的中国学子要完成科技强国、实现中华民族伟大复兴的光荣使命,就必须努力学习和掌握现代生物技术这门高新技术。而《生物技术导论》这本书,就可以使学生从宏观上对生物技术的有关知识做一个总体的把握和了解,为进一步深入系统地学习生物技术专业课起到一个抛砖引玉、概略全篇的作用。

我们编写本书的指导思想和原则是:紧紧围绕高职高专人才的培养目标,遵循2000年教育部《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》的文件精神,力求内容全面而新颖,知识点精炼而准确,语言通俗易懂,图文并茂,能激发学生的学习兴趣。本书主要体现了如下特色:①综合性。本书是以实际应用技术为主线,涵盖了生物技术主要应用领域的相关内容,力求使读者阅读此书后,能够在宏观上对生物技术有一个全面、概括性的了解。②先进性。本书在编写过程中参阅了近年来生物技术方面的最新书籍、资料、文献及研究成果,并将新理论、新技术、新工艺融为一体,力求体现生物技术的最新发展动态。③应用性。本书在编写过程中,按照培养高等生物技术“应用型”人才的目标,理论教学以应用为目的,以必须够用为尺度,以掌握基本概念、强化应用为教学重点,构建应用性教学内容体系。为此,本书在整体内容的编排上分为两大部分,前一部分主要对生物技术五大工程的基本概念、原理及基本操作技术作了介绍;后一部分侧重介绍生物技术在各个领域中的实际应用。④实用性。本书在编写过程中,把生物技术理论知识与实际应用相结合,大量引用技术操作实例,实现了技术理论和技术应用的完美结合。

本书作为农业高职院校环境相关专业的基础课教材,旨在使学生对现代生物技术的基本原理及实施要点有深刻的了解,而不在于对诸分支领域作面面俱

到的阐述,为此,本书以“导论”的形式进行编写。众所周知,生物技术是当今世界发展最快、最热门的学科之一,在编写本书的过程中,我们尽量注意到将其新的进展写入本书,由于本学科的飞速发展和作者能力所限,尽管大家都尽力想使本书成为一部农业高职院校环境相关专业的标准教材,但在此书完稿之际,仍有挂一漏万之感。为此,书中出现的缺点甚至错误之处,渴望得到专家学者及同行的不吝赐教,以便在教学中及时进行修正,避免以讹传讹。

本书由黑龙江生物科技职业学院马贵民和江西生物科技职业学院徐光龙两位同志担任主编。编写任务具体分工如下:马贵民负责编写第一章、第七章和第十二章;北京农业职业学院曹授俊负责编写第二章;徐光龙负责编写第三章和第五章;黑龙江生物科技职业学院刘红煜负责编写第四章和第九章;上海农林职业技术学院张永霞负责编写第六章和第八章;江苏畜牧兽医职业技术学院唐现文负责编写第十章和第十一章。本书由杨凌职业技术学院陈登文教授主审。

在本书编写和出版过程中,参加编写和主审的老师所在学校都给予了鼎力支持,中国环境科学出版社的各位领导及编辑同志对该书的组织编写、书稿校对和及时出版倾注了大量心血,给予了多方面的指导和帮助,广西农业职业技术学院的杨昌鹏博士、江苏畜牧兽医职业技术学院的高勤学博士对本书的内容编排提出了指导意见,在此一并深表谢意!

主编 马贵民 徐光龙

2006年5月

目 录

第一章 绪 论.....	1
第一节 生物技术的内涵.....	1
一、生物技术的含义.....	1
二、现代应用生物技术的内容.....	2
第二节 生物技术的发展简史.....	3
一、传统生物技术的由来.....	3
二、现代生物技术的诞生和发展.....	4
第三节 现代生物技术研究进展及前景展望.....	6
一、现代生物技术研究进展.....	6
二、现代生物技术的前景展望.....	14
第二章 基因工程.....	17
第一节 基因工程概述.....	17
一、基因工程的概念.....	18
二、基因工程的要素和基本技术程序.....	18
三、基因工程研究的意义.....	21
第二节 工具酶.....	22
一、限制性内切酶.....	22
二、DNA 连接酶.....	27
三、修饰酶.....	28
第三节 基因工程载体.....	31
一、质粒载体.....	32
二、噬菌体载体.....	35
三、柯斯质粒载体.....	41
四、酵母人工合成染色体.....	41
第四节 重组 DNA 导入受体细胞.....	43
一、基因的受体细胞.....	43

二、外源基因导入方法.....	46
第五节 重组子的筛选与检测.....	50
一、抗药性筛选法.....	51
二、显色筛选法.....	53
三、限制性内切酶图谱法.....	53
四、分子杂交法.....	54
五、PCR 法.....	55
六、凝胶电泳检测法.....	55
第三章 细胞工程.....	58
第一节 细胞工程概述.....	58
一、细胞工程的概念及研究范畴.....	58
二、细胞工程与其相关学科的关系.....	61
三、细胞工程在现代生物技术中的地位及其实践意义.....	61
四、细胞工程的发展.....	62
第二节 植物细胞工程.....	68
一、植物组织培养.....	69
二、植物细胞培养.....	70
三、植物原生质体的培养和体细胞杂交.....	73
四、植物单倍体培养.....	77
五、人工种子的研制.....	79
第三节 动物细胞工程.....	80
一、动物细胞与组织培养.....	80
二、动物细胞融合.....	84
三、动物胚胎工程.....	86
四、转基因动物(动物染色体工程).....	87
第四章 发酵工程.....	89
第一节 发酵工程概述.....	89
一、发酵工程简史.....	90
二、发酵类型和特点.....	91
三、发酵工程研究的应用.....	93
第二节 微生物发酵过程.....	94
一、发酵生产中常用的微生物.....	94

二、培养基	98
三、发酵的基本过程	100
第三节 发酵的类型及其操作技术	103
一、液体发酵及操作技术	103
二、固态发酵及操作技术	110
第四节 下游加工过程	113
第五节 发酵工程的应用	115
一、抗生素的生产工艺	116
二、氨基酸的发酵生产工艺	118
三、酶制剂生产工艺	119
第五章 酶工程	122
第一节 酶工程概述	122
一、酶的概念	123
二、酶的研究及发展	124
三、酶工程及酶制剂工业的概况	125
第二节 酶的生产	126
一、优良产酶菌种的筛选	126
二、微生物酶的发酵过程	126
三、固定化细胞发酵产酶	129
第三节 酶的分离纯化	130
一、酶制剂生产的基本过程	130
二、酶的纯化与精制	132
三、酶的纯度与酶的活力	133
四、酶制剂的保存	133
第四节 酶分子改造	134
一、酶分子修饰	134
二、酶分子修饰与蛋白质工程	135
第五节 酶和细胞的固定化	136
一、酶的固定化方法	136
二、细胞的固定化方法	137
三、固定化酶(细胞)的性质	138
第六节 酶反应器	139
一、酶反应器的概念	139

二、酶反应器类型.....	139
三、酶反应器性能评价.....	140
四、酶反应器的操作.....	141
第七节 生物传感器.....	142
一、生物传感器的概念.....	142
二、生物传感器的原理.....	142
三、生物传感器的类型.....	143
 第六章 蛋白质工程.....	 145
第一节 蛋白质工程概述.....	145
一、蛋白质工程的内容和目的.....	146
二、蛋白质工程的分子基础.....	146
三、蛋白质工程的研究进展.....	150
第二节 蛋白质工程的研究策略.....	151
一、蛋白质工程的研究方法.....	151
二、蛋白质的全新设计方案.....	152
 第七章 生物技术与农业.....	 159
第一节 生物技术与种植业.....	159
一、杂种优势与植物雄性不育研究.....	160
二、植物的抗逆性研究.....	164
三、作物品质研究.....	170
四、植物作为生物反应器研究.....	173
五、生物农药研究.....	176
六、植物组织培养研究.....	177
第二节 生物技术与养殖业.....	181
一、动物克隆技术.....	181
二、动物转基因技术.....	185
三、体外胚胎生产技术.....	189
四、人工授精技术.....	190
五、家畜性别控制技术.....	191
六、生物技术与动物饲料工业.....	192
七、畜禽基因工程疫苗.....	195
八、动物生物反应器.....	196

第八章 生物技术与食品工业	198
第一节 生物技术与食品生产.....	198
一、生物技术与蛋白类食品生产.....	198
二、生物技术与酿造类食品生产.....	199
三、生物技术与饮料工业.....	203
四、食品添加剂.....	207
五、功能性食品.....	213
第二节 生物技术与食品检测.....	216
一、免疫学技术在食品检测中的应用.....	216
二、分子生物学技术的应用.....	218
第三节 转基因食品.....	218
一、转基因食品概述.....	219
二、转基因食品的检测.....	219
三、转基因食品的安全性及其展望.....	220
第九章 生物技术与人类健康	222
第一节 生物技术与疾病诊断.....	222
一、酶联免疫吸附检测技术(ELISA)与单克隆抗体.....	222
二、DNA 诊断技术.....	225
第二节 生物技术与疫苗.....	228
一、疫苗概述.....	228
二、病毒性疾病的疫苗.....	232
三、细菌性疾病的疫苗.....	235
四、寄生虫病疫苗.....	236
五、避孕疫苗.....	237
第三节 生物技术与生物制药.....	237
一、天然生物药物.....	238
二、基因工程药物.....	239
第四节 生物技术与疾病治疗.....	241
一、基因治疗.....	242
二、干细胞的利用.....	243
第五节 人类基因组计划.....	244
一、HGP 产生的背景.....	245
二、HGP 的任务.....	245

三、HGP 的研究进展.....	246
四、HGP 对医学发展的影响.....	246
第十章 生物技术与能源开发.....	248
第一节 微生物与石油资源开采.....	249
一、利用微生物勘探石油.....	249
二、利用微生物二次采油.....	250
三、利用微生物三次采油.....	250
第二节 燃料乙醇.....	251
一、采用燃料乙醇的意义.....	251
二、燃料乙醇的生产方法.....	252
三、燃料乙醇的发展状况.....	252
第三节 植物“石油”.....	253
一、能产“石油”的灌木.....	253
二、油料植物.....	254
三、藻类产油.....	254
第四节 沼气发酵.....	255
一、发展沼气的意义.....	255
二、沼气发酵.....	256
三、沼气应用实例.....	259
第五节 新能源的开发.....	259
第十一章 生物技术与环境保护.....	262
第一节 污水的微生物净化.....	262
一、污水的生物处理概述.....	262
二、好氧生物处理技术.....	264
三、厌氧生物处理工艺.....	270
第二节 大气净化生物技术.....	273
一、生物处理废气的原理.....	274
二、废气生物处理的工艺.....	274
三、二氧化碳的生物处理.....	276
四、废气生物处理的现状与展望.....	278
第三节 固体垃圾的处理.....	279
一、填埋技术.....	279

二、堆肥法	280
第四节 生物修复技术.....	281
一、生物修复的基本原理和主要方法.....	281
二、土壤污染的生物恢复技术.....	284
三、地下水污染的生物修复技术.....	286
 第十二章 生物技术的专利保护及安全性.....	288
第一节 生物技术的专利保护.....	288
一、生物技术专利保护概述.....	288
二、生物技术发明专利创新专利的特点.....	290
三、现代生物技术专利类型.....	292
四、生物技术发明专利保护的紧迫性及负面影响.....	293
第二节 生物技术的安全性及其影响.....	295
一、生物技术的安全性概述.....	295
二、基因工程作物的安全性.....	296
三、基因工程动物的安全性.....	298
四、基因工程食品的安全性.....	299
五、生物武器	300
六、现代生物技术的社会伦理问题.....	302

第一章 绪 论

【知识目标】

了解生物技术的含义、特点及其发展简史；理解生物技术的内容及其相互之间的关系；熟悉基因工程技术在相关领域中的应用概况。

生物技术是 21 世纪的一项核心技术，是多学科共同努力取得的重大成果，被广泛地应用于农业、医药、食品、能源、环保、化工等多个领域，显示出了十分广阔的发展前景。因此，它必将成为 21 世纪增强综合国力的支柱产业之一。我国同世界其他国家一样已把生物技术列为高新技术之一，并积极组织力量进行研究和攻关。

不过，生物技术并不是一个完全的新兴学科，它是由传统生物技术和现代生物技术两部分构成的。传统生物技术是指制造酱、醋、酒、面包、奶酪、酸奶及其他食品的传统工艺；现代生物技术则是指近几十年发展起来的，以现代生物学研究成果为基础，以基因工程为核心的新兴学科。现在所说的生物技术一般都是指现代生物技术，本书也着重讨论现代生物技术。

第一节 生物技术的内涵

一、生物技术的含义

生物技术，也称生物工程。是指以现代生命科学为基础，结合其他学科的科学原理，采用先进的工程技术手段，按照人们的预先设计改造生物体或加工生物原料，来生产人们所需要的产品或达到某种目的。它是一门新兴的、综合性的学科。

先进的工程技术手段指的是基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程等新技术。

改造生物体是指获得优良的动物、植物及微生物品系或品种。

生物原料则指生物体的某一部分或生长过程产生的能利用的物质，如淀粉、糖、纤维素等有机物，也包括一些无机化学品，甚至某些矿石。

生产人们所需要的产品包括粮食、医药、食品、化工原料、能源、金属等。

达到某种目的则包括疾病的预防、诊断与治疗，食品的检验以及环境污染的检测和治理等。

生物技术是由多学科综合集成的一门新兴学科。根据研究对象的不同，需要以下各个学科的知识作支撑，即普通生物学、分子遗传学和细胞生物学；人类遗传学和分子医学；病毒学、微生物学和生物化学等学科。尤其是现代分子生物学的最新理论成果更是生物技术发展的基础。生命科学的快速发展已经在分子、亚细胞、细胞、组织与个体等不同层次上，揭示了生物的结构与功能的相互关系，进而使人们能够应用其研究成果对生物进行不同层次的设计、控制、改造乃至模拟，同时，产生了巨大的生产效能。

二、现代应用生物技术的内容

现代应用生物技术是在基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程、蛋白质工程等先进的现代应用生物技术手段基础上产生和发展起来的。这些先进的现代生物技术手段构成了现代应用生物技术的重要内容。

（一）基因工程

基因工程，又称遗传工程，也称作 DNA 重组技术。它是应用人工方法首先把生物的遗传物质——基因分离出来，在体外进行剪切、拼接、重组，然后通过质粒、噬菌体或病毒等载体将重组后的 DNA 转入微生物、植物或动物细胞内，进行无性繁殖，并使所需基因在细胞中表达，生成人类所需要的产物或组建新的生物类型。这种创造新生物并给予新生物以特殊功能的过程被称为基因工程。

（二）细胞工程

细胞工程指的是以细胞为基本单位，在体外条件下进行培养、繁殖，或者人为地使细胞某些生物学特性按人们的意愿发生改变，从而达到改良生物品种和创造新品种，或加速繁育动、植物个体，或获得某种有用物质的过程。

细胞工程包括细胞融合、细胞大规模培养、植物大规模培养以及植物组织培养快速繁殖等技术。细胞融合技术是指将两种不同类型的细胞，通过化学、生物学或物理学手段使之融合在一起，从而产生出同时具有两个亲本的遗传特性的新细胞。细胞大规模培养技术是以工业化生产为目的，从大量培养的细胞中获得药物或其他有用物质。植物大规模培养技术是以工业化生产为目的，从大量培养的细胞中获得药物或其他有用物质。