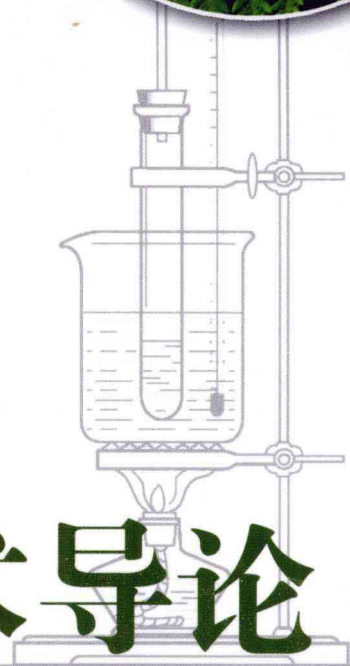


吕虎 华萍 主编  
Introduction to Modern Biotechnology



# 现代生物技术导论

(第二版)

- 基因工程与蛋白质工程
- 细胞工程
- 现代发酵工程
- 酶工程
- 生物分离工程
- 人类疾病的基因治疗
- 预防性和治疗性疫苗
- 现代生物技术应用
- 现代生物技术安全性及其影响
- 现代生物技术专利与法规



科学出版社

现代生物技术导论



# 现代生物技术导论

作者：[模糊]

出版社：[模糊]

ISBN：[模糊]

定价：[模糊]

开本：[模糊]

印张：[模糊]

字数：[模糊]

印数：[模糊]

发行日期：[模糊]

现代生物技术导论

# 现代生物技术导论

(第二版)

吕 虎 华 萍 主编

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书主要介绍了现代生物技术基本原理、研究方法、发展趋势及其对人类社会政治、经济、文化、伦理道德、法律法规、思维观念等方面产生的深刻影响。全书分为两篇,第一篇5章主要介绍现代生物技术基本理论与技术范畴,内容涉及基因工程与蛋白质工程、细胞工程、现代发酵工程、酶工程、生物分离工程;第二篇5章则重点讨论现代生物技术对人类社会产生的巨大影响,主要包括人类疾病的基因治疗、预防性与治疗性疫苗、现代生物技术应用、现代生物技术安全性及其影响和现代生物技术专利与法规。为了方便学习,每章后附有内容摘要和复习思考题。

本书内容丰富、文字通俗流畅、可读性较强,可作为综合性大学、师范学院、医学院校、农林院校等公共通识教育教材,也可作为相关专业本科生、研究生教材和教师参考书籍。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代生物技术导论/吕虎,华萍主编. —第二版. —

北京:科学出版社,2011.5

ISBN 978-7-03-030485-8

I. ①现… II. ①吕… ②华… III. ①生物技术—高等学校—教材 IV. ①Q81

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第038220号

责任编辑:陈露朱灵 / 责任校对:刘珊珊  
责任印制:刘学 / 封面设计:殷靓

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

南京展望文化发展有限公司排版

上海出版印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2005年9月第一版 开本:787×1092 1/16

2011年5月第二版 印张:18 1/2

2011年5月第四次印刷 字数:419 000

印数:9 701—13 200

定价:35.00元

# 《现代生物技术导论》(第二版)

## 编委会名单

主 编 吕 虎 华 萍  
编 委 (按姓氏笔画排序)  
王筱兰 吕 虎 华 萍  
余继红 邹峥嵘 徐志祥  
涂艺声 简敏菲 颜日明

## 前 言

《现代生物技术导论》第一版自 2005 年 9 月出版后,得到有关教育界、科技界的广泛关注,不少高校将本书作为教材,部分高校还将其作为硕士研究生入学考试参考书或必读书。广大读者、教师在使用本书后,对本书提出了不少有益的修改意见和建议,国内不少同行专家对本书也提出了不少宝贵意见。所有这些都给了作者巨大的鼓舞与鞭策。近年来,现代生物技术持续迅猛地发展,新技术、新成果不断涌现;本书出版已经 5 年,有不少内容亟待更新和增补,以尽可能提高其作为大学教材的水平。

本书第二版保留了第一版的结构体系,对相关内容进行了全面增补、删节、修改和重写。在取材上力求尽可能反映出国内外,尤其是国内近年来现代生物技术各领域的技术成果。

尽管编著者在编写时依然秉承第一版的主要指导思想——力求让本书尽可能地反映国内外现代生物技术的基本技术内涵和最新发展,但由于现代生物技术内容涵盖范围的广泛和发展的迅猛,书中依然会存在疏漏和不当之处,敬请各位同行专家、广大读者批评指正,并提出宝贵意见。

本书编写过程中再次得到了很多同仁和朋友的热诚关怀与帮助,得到了科学出版社及各位作者所在单位的大力支持,参阅了大量国内外同行专家的研究资料,在此予以衷心的感谢!

编 者

2011 年 2 月

# 第一版前言

现代生物技术革命使人们改造自然的能力和推动社会发展的能力迈上了一个新的台阶,它的发展对世界政治、经济、军事、社会文化等各方面的发展进程正产生越来越深远的影响。正如美国技术评估委员会 1987 年对现代生物技术的发展所作的评估那样,现代生物技术是一次像当年的工业革命和今天的计算机革命一样,是可以改变人类生命和未来的科学革命。操纵遗传物质来满足生命体的特殊需要,将会给人类的现代生活带来根本性的变化。

我们着手编写《现代生物技术导论》作为高等院校通识教育教材时的主要指导思想是要让本书尽可能地反映国内外现代生物技术的基本技术内涵和最新发展,以及现代生物技术对人类社会经济、政治、文化、伦理、道德、法律法规和人们思维观念等方面的影响。目的是让学生通过阅读本书后不仅能够了解现代生物技术基本原理和基本知识,并且能够学到一些解决问题的方法和科学的思维方式,从而提高独立思考、独立判断的能力。

本书的主要内容分为两部分:第一篇介绍现代生物技术基本原理与技术范畴,包括基因工程、细胞工程、现代发酵工程、酶工程和生物下游加工过程五个章节;第二篇介绍现代生物技术对人类社会所产生的巨大影响,包括人类疾病的基因治疗、诊断与治疗性疫苗、现代生物技术对经济与技术的影响、现代生物技术安全性及其影响和生物技术专利与法规五个章节。本书的编写力求突出以下三点:一是在内容编写上既考虑到教材的基础性,又考虑到学科发展的先进性。作为跨专业通识教育课程,需要给学生提供最基本的知识,又要对学科的最新进展进行追踪。本书编写时选取生物技术基本理论与技术进行系统介绍,并对学科的最新发展力求有所反映。二是在内容设置上既考虑到教材的理论性和学科的系统性,又考虑到教材的适用性。对一些必要的相关基础知识进行了简要的铺垫,使学生便于自学。三是既考虑到现代生物技术的科学性,又考虑到其社会性。从现代生物技术发展中典型实例介绍其对人类社会的深刻影响,使学生在在学习过程中综合素质得到一定提高。

本书编写过程历时近两载,期间得到了很多同仁和朋友的热诚关心和帮助,得到了科学出版社、江西师范大学及各位作者所在单位的大力支持,参阅了国内外同行大量资料,在此致以衷心的感谢。由于作者水平所限,加上现代生物技术内容涵盖范围非常之广,在对学科知识的把握和内容的处理中肯定有所疏漏和不当之处,敬请各位同行专家不吝赐教并批评指正。

吕 虎

2005 年 5 月

# 目 录

## 前言

### 第一版前言

绪论 .....	1
0.1 生物技术定义与主要技术范畴 .....	1
0.1.1 生物技术定义 .....	1
0.1.2 现代生物技术的主要技术范畴 .....	2
0.2 生物技术产生与发展 .....	5
0.2.1 传统生物技术的产生 .....	5
0.2.2 近代生物技术的发展 .....	5
0.2.3 现代生物技术的兴起 .....	6
0.3 现代生物技术前景 .....	8
0.3.1 现代生物技术对人类生活的影响 .....	9
0.3.2 现代生物技术对社会与环境的影响 .....	9
0.3.3 现代生物技术规范化管理 .....	10
0.3.4 现代生物技术产业化特点 .....	11
0.4 中国现代生物技术研究与发展 .....	13
0.4.1 中国现代生物技术研究与发展成果 .....	13
0.4.2 中国现代生物技术发展中的薄弱点 .....	15
复习思考题 .....	17

## 第一篇 现代生物技术基础

第一章 基因工程与蛋白质工程 .....	21
1.1 DNA .....	21
1.1.1 DNA 分子组成与基本结构 .....	21
1.1.2 DNA 的基本功能 .....	23
1.2 DNA 重组技术 .....	24
1.2.1 DNA 重组的基本技术路线 .....	25
1.2.2 基因工程常用的工具酶 .....	25
1.2.3 基因克隆载体与宿主系统 .....	28
1.2.4 目的基因的来源与获得 .....	34
1.2.5 重组 DNA 导入受体细胞 .....	37
1.2.6 重组子筛选与鉴定 .....	38
1.2.7 克隆基因的表达 .....	40



1.3 蛋白质工程 .....	44
1.3.1 蛋白质分子设计和改造 .....	45
1.3.2 蛋白质工程几种重要的研究方法 .....	47
1.4 基因组学与蛋白质组学 .....	50
1.4.1 基因组学与 HGP .....	50
1.4.2 蛋白质组学 .....	55
复习思考题 .....	60
<b>第二章 细胞工程</b> .....	<b>62</b>
2.1 细胞工程基础知识与常用技术 .....	62
2.1.1 细胞学基础 .....	62
2.1.2 细胞工程实验室设置与常用的基础技术 .....	64
2.2 动物细胞工程 .....	67
2.2.1 克隆动物和转基因动物 .....	67
2.2.2 动物细胞融合与单克隆抗体 .....	73
2.2.3 干细胞与组织工程 .....	76
2.2.4 体外受精与胚胎移植 .....	79
2.3 植物细胞工程 .....	81
2.3.1 植物细胞与植物组织培养 .....	82
2.3.2 花药、花粉培养与单倍体育种 .....	87
2.3.3 离体胚培养和杂种植株获得 .....	87
2.3.4 原生质体培养与体细胞融合 .....	88
2.3.5 植物细胞培养与次级代谢物细胞工程 .....	88
2.3.6 植物转基因技术 .....	89
复习思考题 .....	94
<b>第三章 现代发酵工程</b> .....	<b>96</b>
3.1 微生物发酵 .....	96
3.1.1 微生物发酵的一般工艺流程 .....	96
3.1.2 发酵工业中常用微生物种类 .....	97
3.1.3 发酵操作方式与微生物生长和产物形成动力学 .....	98
3.1.4 微生物发酵过程检测与优化 .....	104
3.2 动物细胞大规模培养 .....	109
3.2.1 培养动物细胞的形态与生理特点 .....	110
3.2.2 动物细胞大规模培养方法与操作方式 .....	111
3.3 植物细胞大规模培养 .....	114
3.4 生物反应器 .....	115
3.4.1 生物反应器基本类型与特点 .....	115
3.4.2 生物反应器设计原则 .....	120

复习思考题	121
<b>第四章 酶工程</b>	<b>123</b>
4.1 酶与酶工程概况	123
4.1.1 酶	123
4.1.2 酶工程概况	125
4.2 酶的发酵生产	127
4.2.1 酶的来源	127
4.2.2 酶的发酵生产	128
4.3 酶的固定化	130
4.3.1 固定化酶制备方法	130
4.3.2 固定化酶的特性与活力测定	133
4.4 酶分子改造	134
4.4.1 酶的化学修饰	134
4.4.2 人工模拟酶与抗体酶	135
4.4.3 有机相酶促反应	136
4.5 酶的应用	137
复习思考题	139
<b>第五章 生物分离工程</b>	<b>140</b>
5.1 生物分离过程的基本技术路线与特点	140
5.1.1 生物分离工程的基本技术路线	140
5.1.2 生物分离过程的主要特点	142
5.1.3 生物分离技术原理与常用的单元操作	143
5.2 生物分离工程的设计原则	145
5.3 主要生物物质及常用分离纯化手段	146
5.4 分离效率评价	148
5.5 生物分离工程的发展	149
5.5.1 基础理论研究	149
5.5.2 新型高效生物分离工程技术研究开发	149
5.5.3 工程放大研究	150
复习思考题	151

## 第二篇 现代生物技术与人类

<b>第六章 人类疾病的基因治疗</b>	<b>155</b>
6.1 基因治疗的发展	155
6.2 基因治疗的方式与操作对象	159
6.2.1 基因治疗的操作对象	159
6.2.2 基因治疗的基本方式	159

6.2.3	基因治疗中的基因转移载体 .....	166
6.2.4	基因治疗中外源基因导入细胞的其他方法 .....	171
6.3	肿瘤的基因治疗 .....	171
6.3.1	针对癌细胞本身的基因治疗 .....	172
6.3.2	提高机体免疫系统功能的基因治疗 .....	173
6.3.3	导入 <i>MDR 1</i> 基因进行基因治疗 .....	174
6.3.4	细胞融合法基因治疗 .....	174
6.4	基因治疗的前景 .....	174
6.4.1	基因治疗存在的技术问题 .....	174
6.4.2	基因治疗的近期发展趋势 .....	175
	复习思考题 .....	176
<b>第七章</b>	<b>预防性与治疗性疫苗</b> .....	<b>177</b>
7.1	人类免疫与免疫应答 .....	177
7.1.1	固有性免疫应答 .....	178
7.1.2	适应性免疫应答 .....	179
7.1.3	主要组织相容性复合体 .....	180
7.2	常规疫苗 .....	181
7.2.1	疫苗的发展 .....	181
7.2.2	常规疫苗的种类与特点 .....	182
7.2.3	常规疫苗的限制性 .....	182
7.3	现代生物技术疫苗 .....	182
7.3.1	疫苗的基本要求 .....	183
7.3.2	亚单位疫苗与肽疫苗 .....	183
7.3.3	活体重组疫苗及其载体 .....	187
7.3.4	DNA 疫苗 .....	190
7.4	免疫避孕疫苗 .....	191
7.4.1	激素类避孕疫苗 .....	191
7.4.2	生殖细胞抗原类避孕疫苗 .....	192
7.5	肿瘤疫苗 .....	192
7.5.1	肿瘤细胞的免疫学特性 .....	192
7.5.2	肿瘤疫苗 .....	193
7.6	AIDS 疫苗 .....	196
7.6.1	HIV 主要特性及致病机制 .....	196
7.6.2	HIV 疫苗 .....	198
7.7	SARS 疫苗与禽流感疫苗 .....	199
7.7.1	SARS 疫苗 .....	199
7.7.2	禽流感疫苗 .....	204

复习思考题	209
<b>第八章 现代生物技术应用</b>	<b>210</b>
8.1 现代生物技术在生命科学基础研究中的应用	210
8.1.1 重组限制性内切酶的生产及其蛋白质分子改造	210
8.1.2 研究基因的功能	211
8.1.3 研究细胞的功能	213
8.2 现代生物技术在医药领域的应用	213
8.2.1 生产基因工程蛋白类药物及疫苗	214
8.2.2 改造传统制药工业	216
8.2.3 医学诊断与治疗	219
8.3 现代生物技术生产化工原料	221
8.3.1 生物合成橡胶	221
8.3.2 生产可降解塑料	221
8.3.3 生产黄原胶	221
8.3.4 生物合成靛蓝	222
8.4 现代生物技术与现代食品工业	222
8.4.1 转基因食品	222
8.4.2 单细胞蛋白	223
8.4.3 生物技术与未来的食品工业	225
8.5 现代生物技术在农业领域的应用	225
8.5.1 生物技术在植物种植业中的应用	225
8.5.2 生物技术在动物养殖业中的应用	230
8.6 现代生物技术在能源领域的应用	232
8.6.1 利用微生物勘探和开采石油	233
8.6.2 木质纤维发酵生产乙醇	234
8.6.3 甲烷与燃料源	236
8.6.4 氢气能	237
8.7 现代生物技术在环境保护中的应用	237
8.7.1 污水生物处理	238
8.7.2 大气生物净化	242
8.7.3 固体废弃物生物处理	243
复习思考题	247
<b>第九章 现代生物技术安全性及其影响</b>	<b>248</b>
9.1 现代生物技术安全性	248
9.1.1 生物安全	248
9.1.2 转基因植物生物安全	251
9.1.3 转基因食品安全性	254

---

9.1.4	基因重组微生物及其产品安全性 .....	255
9.1.5	生物武器 .....	256
9.2	现代生物技术对人类社会伦理观念的影响 .....	258
9.2.1	克隆动物与克隆人 .....	258
9.2.2	器官移植 .....	260
9.2.3	基因治疗 .....	261
9.2.4	人类基因组计划 .....	262
	复习思考题 .....	264
<b>第十章</b>	<b>现代生物技术专利与法规</b> .....	<b>265</b>
10.1	现代生物技术专利 .....	265
10.1.1	生物技术专利的产生 .....	265
10.1.2	专利申请与保护 .....	266
10.1.3	对生物技术实施专利保护的迫切性与负面影响 .....	270
10.2	现代生物技术成果的其他保护形式 .....	272
10.3	现代生物技术制药规则与要求 .....	273
10.3.1	基因工程药物审批的一般程序 .....	273
10.3.2	现代生物技术药物生产的环境要求 .....	274
10.4	中国生物技术安全管理与相关法规 .....	275
	复习思考题 .....	278
	<b>主要参考文献</b> .....	<b>279</b>

# 绪 论

**学习目的：**① 了解现代生物技术定义、主要技术范畴、特点和生物技术发展历程；② 认识现代生物技术前景及其对人类社会所产生的深刻影响；③ 了解中国在现代生物技术领域取得的成就和面临的挑战。

在 20 世纪最后的二十几年时间中，现代生物技术以前所未有的速度迅猛发展，一批新兴的现代生物技术产业已经或正在形成。现代生物技术取得的一个接一个令人瞩目的成就，推动着科学的进步，促进着经济的发展，改变着人们的生活与思维，影响着人类社会的发展进程。现代生物技术的研究与开发(research and development, R & D)已经成为世界性潮流，不论是发达国家还是发展中国家，都对现代生物技术寄予厚望。现代生物技术的研究与开发不仅有可能使产业结构发生变化，还有可能给一些传统的生物技术产业带来新的希望。毫无疑问，现代生物技术将成为 21 世纪最具发展前景的高科技领域和国民经济体系的支柱产业之一。

然而，事物都具有两面性。如同很多重大的科学技术发明(如火药、电能、核能、计算机与网络技术等)一样，现代生物技术在带给人类社会进步、促进经济发展的同时，也存在安全性问题，对社会伦理观念、法律法规产生深刻影响，并可能引发一系列社会伦理问题。对此人们应给予充分认识。

## 0.1 生物技术定义与主要技术范畴

### 0.1.1 生物技术定义

随着现代生物技术产品越来越多地进入市场和百姓家庭，生物技术、生物工程、基因工程等术语逐渐家喻户晓。那么，究竟什么是生物技术？要准确地定义生物技术，首先应了解构成生物技术的基本内容。一般而言，生物技术由以下 3 个相互关联的基本要素构成：

1) 采用生命科学的基础理论与技术。生命科学涉及生物学、医学、农学等与生命相关的学科领域，其中生物学理论和技术是现代生物技术最重要的基础。生物学又可分为遗传学、生理学、生物化学、生物物理学、细胞生物学、分子生物学、微生物学、免疫学、发育生物学、生物信息学等多种学科及分支交叉学科，探讨的问题从 DNA 到蛋白质、从染色体到细胞、从生理现象到遗传变异、从受精到细胞凋亡、从个体发育到物种进化、从陆地生物到海洋生物及空间生物、从大型生物到微小生物等，琳琅满目，不胜枚举。

2) 应用生物材料或生物系统。现代生物技术开发利用的材料可以是微生物、植物或动物体，也可以是动物或植物的器官、组织、细胞、细胞器、生物酶系等。利用生物特有的生命方式，在适当的条件下，经济、高效地制备人类所需要的生物活性物质。

3) 通过一定的工程系统(包括生产工艺、设备等)获得产品或为社会提供服务。如生产医用蛋白质、DNA、细胞、组织或器官、动物或植物新品种、食品、肥料、饲料、生物材料等,以及提供治疗和预防疾病、环境污染治理、改善自然生态环境等社会服务。

基于以上认识,学者们赋予生物技术以如下定义:

生物技术(biotechnology)是以现代生命科学理论为基础,结合其他自然科学与工程学原理和技术,设计构建具有特定生物学性状的新型物种或品系,依靠生物体(包括微生物,动、植物体或细胞,生物酶系等)作为生物反应器,将物料进行加工以提供产品和为社会服务的综合性技术体系。

## 0.1.2 现代生物技术的主要技术范畴

很多学者认为,现代生物技术包含的主要技术范畴有:基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程、生物分离工程(生化工程),以及由此衍生出来的蛋白质工程(protein engineering)、抗体工程(antibody engineering)、糖链工程(polysaccharose engineering)、胚胎工程(embryo engineering)及海洋生物技术等。随着生命科学与生物技术的纵深发展,不断有一些新的内容出现,尤其是人类和生物的基因组学、蛋白质组学、生物芯片、生物信息学等重大技术的出现,已经大大扩展了现代生物技术的内涵,并且其深度与广度还会得到不断地拓展。

### 0.1.2.1 基因工程

基因工程(gene engineering)是按照人们的愿望对携带遗传信息的分子(DNA)进行设计和改造,通过体外基因重组、克隆、表达和转基因等技术,将一种生物体的遗传信息转入另一种生物体,有目的地改造生物种性或创造出更符合人们需要的新生物类型,或获得对人类有用的产品(如多肽或蛋白)的分子工程。基因工程可用来表示一个特定的基因施工项目,也可泛指它所涉及的技术体系,其核心是构建重组体 DNA 的技术,因而基因工程和 DNA 重组技术有时成为同义词。基因工程是当前生物技术中影响最大、发展最为迅速、最具突破性的领域。它的突出的优点之一就是打破了常规育种中难以突破的物种之间的界限,使原核生物与真核生物之间、动物与植物之间,甚至人与其他生物之间的遗传信息可以进行相互重组和转移。

蛋白质工程指的是通过对蛋白质已知结构和功能的认识,结合蛋白质结晶学和蛋白质化学知识,借助计算机辅助设计,利用基因定位诱变等技术改造蛋白质某些性能,并通过基因工程手段进行表达,从而获得性状更为优良的新型蛋白质的技术体系。基因工程和蛋白质工程的发展既反映了基础研究的最新成果,又体现了工程学科开拓出来的新技术和新工艺。基因工程与蛋白质工程的兴起标志着人类已经进入到一个可以设计和创造新基因、新蛋白质和生物新性状的时代。由于改变蛋白质氨基酸序列需要通过基因工程来实现,是基因工程的深化和发展,故蛋白质工程仍包含于基因工程范畴,也被称为第二代基因工程。

随着基因工程技术的发展,绘制人类基因组图谱已经成为可能。1986年3月,美国

生物学家、诺贝尔奖获得者 Dulbecco 提出了“人类基因组计划(human genome project, HGP)”。经过长达 3 年的争议与讨论,美国国会(1990)批准了这一研究项目,美国政府决定用 15 年(1990~2005)左右的时间、投资 30 亿美元来完成这一计划,由美国国立卫生研究院(NIH)和能源部(DOE)从 1990 年 10 月 1 日起组织实施。各国科学家纷纷响应美国科学家的倡议,包括美、英、日、德、法和中国的科学家相继参与到这项宏伟浩大的科学工程之中。在 HGP 的影响下,人们的研究目标从传统的单个基因的研究转向对生物整个基因组结构与功能的研究。生命科学正从全新的角度研究和探讨生长与发育、遗传与变异、结构与功能以及健康与疾病等生物学与医学基本问题的分子机制,并形成了一门新的学科分支——基因组学。基因组(genome)是指生物具有的携带遗传信息的遗传物质的总和,基因组学(genomics)就是以分子生物学技术、计算机技术和信息技术等为研究手段,以生物体内全部基因为研究对象,在全基因背景下和整体水平上探讨生命活动的内在规律及其与内外环境关系的一门科学。

2001 年,HGP 序列测定结果提供的 DNA 数据揭示了基因组的精细结构,同时人们也认识到基因的数量是有限的,结构是相对稳定的,这与生命活动的复杂性和多样性存在巨大的反差。科学家也认识到,基因只是携带遗传信息的载体,基因组学虽然在基因活性和疾病相关性等方面为人类提供了有力的根据,但由于基因表达的方式错综复杂,同样一个基因在不同条件、不同时期起到完全不同的作用,并且具有相同基因组的个体形态差异非常之大。因此,要研究生命现象、阐明生命活动规律仅仅了解基因组是不够的,还必须对基因的产物——蛋白质的数量、结构、性质、相互关系和生物学功能进行全面深入的研究,才能进一步了解这些基因的功能是什么,它们是如何发挥这些功能的,才能建立基因遗传信息与生命活动之间直接的联系。Wilkins 和 Williams(1994)率先将蛋白质组(proteome)定义为“基因组所表达的全部蛋白质及其存在的方式”,这个概念的提出标志着一个新的科学——蛋白质组学(proteomics)的诞生,即定量检测蛋白质水平上的基因表达,从而揭示生物学行为(如疾病过程、药物效应等)和基因表达调控机制的学科。于是,一个以“蛋白质组”为研究对象的生命科学新时代到来了。

### 0.1.2.2 细胞工程

细胞工程(cell engineering)是指应用现代细胞生物学、发育生物学、遗传学和分子生物学等学科的理论与方法,按照人们的需要和设计,在细胞、亚细胞或组织水平上进行遗传操作,获得重组细胞、组织、器官或生物个体,从而达到改良生物的结构和功能,或创造新的生物物种,或加速繁育动植物个体,或获得某些有用产品的综合性生物工程。在现代生物技术取得的诸多成就之中,细胞工程作出了不可磨灭的贡献,单克隆抗体、克隆动物、干细胞利用、转基因生物等就是细胞工程的典型结晶。细胞是生命活动的基本单位,基因工程中基因的表达、工程菌的构建,酶工程、蛋白质工程中的新型蛋白质合成等都需要细胞工程的加盟。从某种意义上来说,基因工程是现代生物技术的核心,而细胞工程则是它的基础和公用平台,基因工程与细胞工程的完美结合决定着现代生物技术的发展。

细胞工程涉及的范围非常广。按实验操作对象的不同可以分为细胞与组织培养、细



胞融合、细胞核移植、体外受精、胚胎移植、染色体操作、转基因生物等;按生物类型的不同又可分为动物细胞工程、植物细胞工程、微生物细胞工程。随着细胞工程研究的不断深入,在其基础之上发展衍生出了不少新的领域,如组织工程、胚胎工程、染色体工程等。

### 0.1.2.3 发酵工程

发酵工程(fermentation engineering)是生物技术的桥梁工程,是现代生物技术产业化的重要环节。其主体是利用微生物(特别是经过DNA重组改造过的微生物)以及动植物细胞大规模生产商业产品。发酵工程是最早实现产业化的生物技术,利用微生物可生产对人类有用的许多产品,如抗生素、氨基酸、维生素、核苷酸、酶制剂、蛋白质、食品饮料等。现代发酵工程主要内容包括优良菌株筛选与工程菌(细胞)构建、细胞大规模培养、发酵罐或生物反应器设计优化、菌体(细胞)及产物收获等。此外,发酵工程还在开发可再生资源、生物废料再生和生物净化等方面有着广阔的用途。

### 0.1.2.4 酶工程

酶(enzyme)是一类生物催化剂,多数酶的本质是蛋白质,此外还有核糖核酸。酶具有作用专一性强、催化效率高等特点,能在常温常压和低浓度条件下进行复杂的生物化学反应。没有酶,生物体的生命活动就难以进行。酶工程(enzyme engineering)是指研究酶的生产、酶分子改造和应用的一门技术性学科,它包括酶的发酵生产与分离纯化、酶的固定化、酶的化学修饰与人工模拟、对酶基因进行修饰或设计新基因改造酶蛋白或合成新型酶,以及酶的应用和理论研究等方面的内容。酶工程是1971年在第一届国际酶工程会议上才得到命名的一项新技术。目前,酶工程应用范围已遍及工业、医药、农业、化学分析、环境保护、能源开发和生命科学理论研究等各个方面,而酶工程产业也正在快速发展,业已成为现代生物技术的重要组成部分。

### 0.1.2.5 生物分离工程

生物分离工程(bio-separation engineering)就是从微生物发酵液、酶促反应液或动植物细胞培养液中将需要的目标产物提取、浓缩、纯化及成品化的一门工程学科,是现代生物技术产业化必不可少的技术环节。生物产品可以通过微生物发酵过程、酶促反应过程或动植物细胞大量培养过程获得,包括传统的生物技术产品(如氨基酸、有机酸、抗生素、维生素等)和现代生物技术产品(如重组医用多肽或蛋白)。生物反应的产物通常由细胞、游离的细胞外代谢产物、细胞内代谢产物、残存的培养基成分和其他一些惰性成分组成的混合物。这些产物并不能直接应用,必须通过一系列提取、分离和纯化等后续加工才能得到可用的最终产品。因此,生物分离工程是现代生物技术的重要领域之一,又与基因工程、细胞工程、发酵工程、酶工程等有密切关联。由于生物产物的特殊性(如具有生物活性、不稳定、发酵液中目标产物含量低等)、复杂性(从小分子到大分子)和产品(如纯度、活性、特定杂质含量)要求严格性,其结果导致分离过程往往占整个生物生产成本的大部分(70%~90%,甚至更高)。因此,生物分离工程的质量往往决定整个生物加工过程的成败,设计合理的生物分离工程可大大降低产品的生产成本,实现商业化生