



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



面向 21 世纪 课程 教材

Textbook Series for 21st Century

INTRODUCTION OF FOOD BIOTECHNOLOGY

INTRODUCTION OF FOOD BIOTECHNOLOGY

INTRODUCTION OF FOOD BIOTECHNOLOGY

# 食品生物技术导论

(第 2 版)

罗云波 生吉萍 © 主编



中国农业大学出版社

ZHONGGUONONGYEDAXUE CHUBANSHE

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

# 食品生物技术导论

罗云波 生吉萍 主编

中国农业大学出版社

· 北京 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

食品生物技术导论/罗云波,生吉萍主编.—2版.—北京:中国农业大学出版社,2011.6  
ISBN 978-7-5655-0293-4

I. ①食… II. ①罗… ②生… III. ①生物技术-应用-食品工业-高等学校-教材  
IV. ①TS201.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 089435 号

书 名 食品生物技术导论(第2版)

作 者 罗云波 生吉萍 主编

策划编辑 宋俊果 刘 军

责任编辑 田树君 王艳欣

封面设计 郑 川

责任校对 陈 莹 王晓凤

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路2号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62731190,2620

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617,2618

出 版 部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

e-mail [cbsszs@cau.edu.cn](mailto:cbsszs@cau.edu.cn)

经 销 新华书店

印 刷 北京时代华都印刷有限公司

版 次 2011年6月第2版 2011年6月第1次印刷

规 格 787×1092 16开本 24.5印张 590千字

定 价 36.00元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

# 全国高等学校食品类专业系列教材 编审指导委员会委员

(按姓氏拼音排序)

曹小红	天津科技大学	教授	博士生导师
陈绍军	福建农林大学	教授	博士生导师
陈宗道	西南大学	教授	博士生导师
董海洲	山东农业大学	教授	博士生导师
郝利平	山西农业大学	教授	博士生导师
何国庆	浙江大学	教授	博士生导师
贾英民	河北科技大学	教授	博士生导师
江连洲	东北农业大学	教授	博士生导师
李洪军	西南大学	教授	博士生导师
李里特	中国农业大学	教授	博士生导师
李士靖	中国食品科学技术学会	副秘书长	教授
李新华	沈阳农业大学	教授	博士生导师
李云飞	上海交通大学	教授	博士生导师
林家栋	中国农业大学	教授	中国农业大学出版社顾问
罗云波	中国农业大学	教授	博士生导师
南庆贤	中国农业大学	教授	博士生导师
钱建亚	扬州大学	教授	博士生导师
石阶平	国家食品药品监督管理局	教授	博士生导师
史贤明	上海交通大学	教授	博士生导师
孙远明	华南农业大学	教授	博士生导师
夏延斌	湖南农业大学	教授	博士生导师
谢笔钧	华中农业大学	教授	博士生导师
谢明勇	南昌大学	教授	博士生导师
杨公明	华南农业大学	教授	博士生导师
岳田利	西北农林科技大学	教授	博士生导师
赵丽芹	内蒙古农业大学	教授	博士生导师
周光宏	南京农业大学	教授	博士生导师

## 第2版编审人员

主 编 罗云波 (中国农业大学)  
生吉萍 (中国农业大学)

编 者 (按拼音顺序排名)  
陈宗道 (西南农业大学)  
郝彦玲 (中国农业大学)  
何国庆 (浙江大学)  
黄昆仑 (中国农业大学)  
罗云波 (中国农业大学)  
曲桂芹 (中国农业大学)  
申 琳 (中国农业大学)  
生吉萍 (中国农业大学)  
田洪涛 (河北农业大学)  
徐凤彩 (华南农业大学)  
张柏林 (北京林业大学)  
朱本忠 (中国农业大学)

审 稿 吴显荣 (中国农业大学)

# 第1版编审人员

主 编 罗云波(中国农业大学)

副主编 生吉萍(中国农业大学)

陈宗道(西南农业大学)

编 者 (按拼音顺序排名)

陈宗道(西南农业大学)

何国庆(浙江大学)

黄昆仑(中国农业大学)

罗云波(中国农业大学)

申 琳(中国农业大学)

生吉萍(中国农业大学)

徐凤彩(华南农业大学)

张柏林(河北农业大学)

审 稿 吴显荣(中国农业大学)

# 出版说明并代序

承蒙广大读者厚爱，食品科学与工程系列教材出版 6 年来，业已成为目前全国高等学校本科食品类专业教育使用最为广泛的主要教科书。出版之初，这套教材便被整体列为教育部“面向 21 世纪课程教材”，至今已累计发行 33 万册，其中《食品生物技术导论》、《食品营养学》、《食品工程原理》、《粮油加工学》、《食品试验设计与统计分析》等书已成为“十五”、“十一五”国家级规划教材。实践证明，这套教材的设计、编写是成功的，它满足了这一时期我国食品生产发展和学科建设的需要，为我国食品专业人才培养做出了积极的贡献。

教材建设是学科建设的重要内容，是人才培养的重要支柱，也是社会和经济发展的反映。近年来，随着我国加入世界贸易组织，食品工业在机遇和挑战并存的形势下得以持续快速的发展，食品工业进入到了一个产业升级、调整提高的关键时期。食品产业出现了许多新情况和新问题，原有的教材无论在内容的广度上，还是在深度上，都已经难以满足时代的需要。教材建设无疑应该顺应时代发展，与时俱进，及时反映本学科科学技术发展的最新内容以及产业和社会经济发展的最新需求。正是在这样的思想指导下，我们重新修订和补充了这套教材。

在中国农业大学出版社的支持下，我们组织了全国 40 多所大专院校、科研院所的 300 多位一线专家教授，参与教材的编写工作，专家涉及生物、工程、医学、农学等领域。在认真总结原有教材编写经验的基础上，综合一线任课教师和学生的使用意见，对新增教材进行了科学论证和整体策划，以保证本套教材的系统性、完整性和实用性。新版系列教材在原有 15 本的基础上新增了 20 本，主要涉及食品营养、食品质量与安全、市场与企业管理等相关内容，几乎覆盖所有食品学科专业的骨干课程和主要选修课程。教材既考虑到对食品科学与工程最新理论发展的介绍，又强调了食品科学的具体实践。该系列教材力求做到每本既相对独立又相互衔接，互为补充，成为一个完整的课程体系。本套教材除可作为大专院校的教科书外，也可作为食品企业技术人员的参考材料和技术手册。

感谢参与策划、编写这套教材的所有专家学者，他们为这套教材贡献了经验、智慧、心血和时间，同时还要感谢各参与院校和单位所给予的支持。

由于本系列教材的编写工程浩大，加之时间紧、任务重，不足之处在所难免，希望广大读者、专家在使用过程中提出宝贵意见，以使这套教材得以不断完善和提高。

罗云波

2008 年 8 月 16 日

于马连洼

## 第2版前言

本教材被教育部审批为“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”，是在第1版“面向21世纪课程教材”基础上修订出版。第1版于2002年出版，发行很好，受到全国数十所院校师生的好评，并被评为“北京市精品教材”。本书着重阐述食品生物技术的基本理论和该领域国内外的最新研究进展，通过案例介绍生物技术在食品领域中的应用，力求体现食品学科的特点，在内容和形式上有所创新。本次修订结合最新生物技术研究进展，在保持原有体系的基础上，增加了部分最新研究成果的内容。

全书分9章，分别阐述绪论、基因工程与食品产业、细胞工程与食品产业、蛋白质工程、食品酶工程、发酵工程、转基因生物反应器、生物工程下游技术以及现代生物技术与食品安全等内容。

本书由全国多所院校共同参与编写，汇集了从事本领域研究的前沿力量，同时也有在校研究生和本科生的思想和要求的反映，是集体智慧的结晶。具体分工为，第1章绪论由罗云波编写，第2章由生吉萍、朱本忠编写，第3章由何国庆、曲桂琴编写，第4章由生吉萍、张柏林编写，第5章由申琳、徐凤彩、生吉萍编写，第6章由田洪涛、张柏林编写，第7章由郝彦玲编写，第8章由陈宗道编写，第9章由黄昆仑、罗云波编写。在编写和审稿过程中，承蒙吴显荣教授的悉心指导和审阅，以及中国农业大学出版社的大力协助。由于时间紧迫、内容涉及面广以及生物技术发展的日新月异，书中疏漏和不妥之处在所难免，衷心期待诸位同仁和读者的惠正。

罗云波 生吉萍

2011年3月于北京



# 第 1 版前言

本教材被国家教育部面向 21 世纪教学内容和课程体系改革项目研究的成果(04-10),也被列为普通高等教育“十五”国家级规划教材。本教材着重阐述食品生物技术的基本理论和该领域国内外的最新研究进展,通过案例介绍生物技术在食品领域中的应用,力求体现食品学科的特点,在内容和形式上有所创新。

本教材共分 8 章,分别阐述绪论、基因工程与食品产业、细胞工程与食品产业、酶工程与食品产业、蛋白质工程与食品产业、发酵工程与食品产业、食品生物工程下游技术以及现代生物技术与食品安全等内容。

本书由全国多所院校共同参与编写,汇集了从事本领域研究的前沿力量,同时也有在校研究生和本科生的思想和要求的反映,是集体智慧的结晶。本书编写人员的分工为,第 1 章绪论由罗云波编写,第 2 章由生吉萍编写,何国庆编写第 3 章,徐凤彩、申琳编写第 4 章,第 5 章由张柏林、生吉萍编写,第 6 章由张柏林编写,第 7 章由陈宗道编写,第 8 章由黄昆仑编写。在编写和审稿过程中,承蒙吴显荣教授的悉心指导和审阅,以及中国农业大学出版社的大力协助。由于时间紧迫、内容涉及面广以及生物技术发展的日新月异,书中疏漏和不妥之处在所难免,衷心期待诸位同仁和读者的惠正。

作者

2002 年 7 月于北京

# 目 录

<b>第 1 章 绪 论</b> .....	1
1.1 食品生物技术的基本概念与发展中的重大历史事件 .....	2
1.2 食品生物技术研究的内容 .....	5
1.3 食品生物技术在食品工业发展中的地位和作用 .....	10
1.4 食品生物技术研究和应用进展与展望 .....	12
<b>第 2 章 基因工程与食品产业</b> .....	18
2.1 基因工程概述 .....	19
2.2 DNA 分子的提取与检测技术 .....	23
2.3 工具酶和基因载体 .....	27
2.4 基因工程的基本技术 .....	47
2.5 基因工程在食品产业中的应用 .....	80
<b>第 3 章 细胞工程与食品产业</b> .....	97
3.1 细胞工程的基本原理 .....	98
3.2 细胞培养技术 .....	101
3.3 细胞融合技术 .....	117
3.4 细胞工程在食品工业的应用 .....	124
3.5 动物细胞工程及其在食品中的应用 .....	128
<b>第 4 章 蛋白质工程</b> .....	135
4.1 概述 .....	136
4.2 蛋白质工程的基本步骤与改造策略 .....	145
4.3 蛋白质的改造方法 .....	147
4.4 蛋白质工程在食品中的应用 .....	164
<b>第 5 章 食品酶工程</b> .....	173
5.1 食品酶工程概述 .....	174
5.2 酶的生产与改造 .....	178
5.3 酶的固定化及其生产应用技术 .....	195
5.4 酶工程在食品中的应用 .....	209
<b>第 6 章 发酵工程</b> .....	222
6.1 发酵工程概述 .....	223
6.2 发酵培养基的制备及灭菌 .....	227
6.3 发酵菌种及其扩大培养 .....	231
6.4 发酵动力学 .....	235

6.5	发酵设备 .....	239
6.6	发酵过程的控制 .....	249
6.7	重组细胞培养与发酵过程中的技术关键问题、对策及应用实例 .....	261
<b>第7章</b>	<b>转基因生物反应器 .....</b>	<b>269</b>
7.1	概述 .....	270
7.2	转基因动物反应器 .....	270
7.3	转基因植物反应器 .....	277
7.4	转基因微生物反应器 .....	289
<b>第8章</b>	<b>生物工程下游技术 .....</b>	<b>299</b>
8.1	概述 .....	300
8.2	原料与预处理 .....	303
8.3	固液分离和细胞破碎 .....	305
8.4	初步纯化(primary purification) .....	308
8.5	精细纯化(precision purification) .....	317
8.6	成品加工 .....	323
8.7	下游工程案例 .....	326
<b>第9章</b>	<b>现代生物技术食品安全 .....</b>	<b>333</b>
9.1	概述 .....	334
9.2	转基因食品安全性评价的目的与原则 .....	335
9.3	生物技术食品的检测技术 .....	338
9.4	转基因食品的标识技术 .....	348
9.5	生物技术食品安全性评价的内容 .....	351
9.6	世界各国对转基因食品的安全管理 .....	364
9.7	转基因食品安全性评价案例 .....	374

# Chapter 1

## 第1章 绪论

### 教学目标

掌握食品生物技术的基本概念;了解食品生物技术的研究内容;认识食品生物技术在食品工业发展史中的地位及其对食品工业发展的推动作用。

## 1.1 食品生物技术的基本概念与发展中的重大历史事件

### 1.1.1 食品生物技术发展中的重大历史事件

食品生物技术具有悠远的发展历史,是伴随着人类社会由狩猎向农业、畜牧业转变出现的。在促进人类社会文明的发展方面有着非常重要的作用。以下是人类食品生物技术发展的大概历史和发展过程中具有重大影响的历史事件:

公元前 6000 年,古埃及人和古巴比伦人就知道用微生物发酵产生酒精,并开始酿造啤酒。我国也在石器时代后期开始用谷物酿酒。

公元前 4000 年,古埃及人就开始用酵母菌发酵生产面包。

公元前 221 年,周代后期我国人民已能掌握传统发酵技术用以制作豆腐、酱油和醋。

1865 年孟德尔(Gregor Mendel)利用豌豆做育种实验,建立了孟德尔遗传规律学说,从而奠定了遗传学的基础,但该重大研究成果被埋没 35 年。1900 年 3 位欧洲植物学家几乎同时在各自的实验室通过植物杂交试验证明了孟德尔遗传规律,从此揭开了遗传学研究的新纪元。1909 年摩尔根(Thomas Hunt Morgan)利用果蝇作遗传实验,建立了基因学说,由于他在基因理论上的重大贡献,摩尔根成为首位获得诺贝尔医学和生理学奖的遗传学家。在这些理论的基础上,20 世纪初产生了遗传育种学,并在 60 年代取得了辉煌的成就,被誉为第一次绿色革命。为解决人类社会因人口增加造成的食物短缺作出了巨大的贡献。

1885 年巴斯德(Louis Pasteur)首先证实发酵是由微生物引起的,并建立了微生物纯种培养技术,从而为发酵技术的发展提供了理论基础,使发酵技术纳入了科学的轨道;到 20 世纪 20 年代,工业生产开始采用大规模的纯种培养技术发酵生产丙酮和丁醇,同时代,Alexander Fleming 爵士发现了青霉菌可以产生青霉素,并可用于人类疾病的治疗。到了 50 年代,青霉素开始大规模发酵生产,在它的带动下,发酵工业和酶制剂工业开始大量涌现。

从食品生物技术发展的阶段来看,在这以前的食品生物技术应该是传统意义上的食品生物技术。

1953 年沃森(Watson)和克里克(Crick)对威尔金斯(Maurice Wilkins)DNA 的 X 射线衍射图分析发现了 DNA 的双螺旋结构,奠定了现代分子生物学研究的基础。他们三人因此获得了 1962 年的诺贝尔医学和生理学奖。DNA 分子结构、组成及功能的阐明开创了从分子水平揭示生命现象本质的新纪元,使人们终于跨过细胞水平,开始在分子水平上进行研究。

1965 年,法国科学家 Jacob 和 Monod 在摩尔根基因学说和美国科学家 Beadle 提出的“一种基因产生一种酶”学说的基础上,通过对原核生物细胞代谢分子机制的研究,提出了著名的乳糖操纵子学说,开创了基因表达调控研究的先河。此外,他们还提出了在核酸分子中还存在着一种与染色体脱氧核糖核酸序列互补的,能把遗传信息带到蛋白质合成场所并翻译成蛋白质的信使核糖核酸 mRNA 分子,这一学说对分子生物学的发展起到了极其重要的作用。

1969年,美国科学家 Nirenberg 由于在破译了 DNA 的密码,与 Holly 和 Khorana 等人分享了诺贝尔医学和生理学奖。Holly 的主要功绩在于阐明了酵母丙氨酸 tRNA 的核苷酸序列,并证实所有的 tRNA 在结构上的相似性;Khorana 则是第一个合成核酸分子,并且人工复制了酵母基因。

从 20 世纪 60 年代末,斯坦福大学的生物化学教授 Paul Berg 开始对猴病毒 SV40 进行研究,在此之前已经知道细菌病毒可以进入细菌体内并将外源基因带入细菌细胞。Berg 考虑使用高等动物病毒,将外源基因导入真核细胞,并能更好地作为原核基因的载体。于是 Berg 尝试将来自细菌的一段 DNA 和猴病毒 SV40 的 DNA 连接起来。在经过繁杂的工作,最终将来源不同的 DNA 连接在一起,获得了世界第一例重组 DNA(Krimsky)。这标志着人类跨入了一个生物技术时代的新纪元,人们可以从生物体的最基础的遗传物质 DNA 水平来改造生物体,从而改造整个世界。为此,Berg 获得了诺贝尔医学和生理学奖。

1972 年加州大学的 Boyer 实验室从大肠杆菌中分离出一种新的核酸酶 *EcoR* I,它可以在 DNA 特定的位置将 DNA 切断,切断的 DNA 可以在 DNA 聚合酶的作用下重新连接起来,这种新的核酸酶就是限制性内切酶,后来,人们又陆续发现了近百种的限制性内切酶,可以针对 DNA 的不同碱基排列序列进行切割。生物学家有了这种生物刀以后,就可以更加自如地对 DNA 进行操作。而 Boyer 教授后来成为美国第一家上市的生物技术公司——Genentech 公司的副总裁。

1977 年 Sanger 设计出了一种测定 DNA 分子内核苷酸序列的方法,即双脱氧法;同年,Maxam 和 Gilbert 也发明了一种用化学方法测定 DNA 分子内核苷酸序列的方法。这两种方法为人们分析 DNA 序列提供了有力的工具,极大地推动了分子生物学的研究,因此,他们于 1980 年获得了诺贝尔医学和生理学奖。

1984 年德国人 Kohler、美国人 Milstein 和丹麦人 Jerne 由于发展了单克隆抗体技术,完善了极微量蛋白质的检测技术而分享了诺贝尔医学和生理学奖。

1986 年美国科学家 Mullis 发明了聚合酶链式反应技术(Polymerase Chain Reaction, PCR),该技术为分子检测、基因突变、基因工程提供了有力的操作工具,成为分子生物学、基因工程和现代分子检测最常用的工具之一。Mullis 因此于 1993 年获得了诺贝尔化学奖。

当然,这只是促进现代生物技术发展的几个重要研究成果和里程碑。其实,还有许多重要的研究成果作为现代基因工程技术发展的基础,如 Avery 等人细菌转化实验;Meselson 和 Stahl 关于 DNA 的半保留复制实验等研究成果。这些研究成果作为现代基因工程技术的基石,造就了现代基因工程技术这一科学的大厦。与此同时,细胞培养技术、细胞融合技术、现代发酵工程、现代酶工程、生物工程下游技术和现代分子检测技术等技术也取得了长足的发展。现代生物技术就是建立在这些技术之上的一个技术集成体系。现代食品生物技术作为现代生物技术的重要组成部分,同样可以说是由众多学科交叉融合的技术。

### 1.1.2 食品生物技术的基本概念

食品生物技术(food biotechnology)是现代生物技术在食品领域中的应用,是指以现代生命科学的研究成果为基础,结合现代工程技术手段和其他学科的研究成果,用全新的方法和手段设计新型的食品和食品原料。

在某种意义上,基于现代分子生物学基础上的基因工程技术是食品生物技术的核心和基础,它贯穿于细胞工程、酶工程、发酵工程、蛋白质工程、生物工程下游技术和现代分子检测的技术之中。而细胞工程、发酵工程、蛋白质工程和现代分子检测技术又相互融合,相互穿插,与基因工程技术构成了一个既有中心,又各有侧重点,又相互联系的密不可分的有机整体。例如现代细胞工程已不再是简单的组织培养技术,而是对经过基因工程改造的组织进行培养和细胞融合,同时组织细胞培养也不再是为了得到再生的植株,而是利用现代发酵工程技术,对细胞进行大量培养,培养的过程类似于发酵的过程,这就是所谓的动植物细胞生物反应器。同样,现代发酵工程也是建立在基因工程技术中 DNA 重组技术基础上的,通过 DNA 重组技术,获得高效表达的基因工程菌株,这些工程菌株往往表达的不再是微生物中的产物,可以是人基因产生的,也可以是动物基因产生的,也可以是植物基因产生的,这是传统发酵工程所想也不敢想的。在发酵工程中,利用现代分子检测技术,对发酵过程进行实时监控,不断优化发酵条件,对于降低成本,提高产量意义是不言而喻的。而传统的发酵则是事后分析,所造成的浪费也是巨大的。

从以上的论述可以看出,食品生物技术研究的主要内容之间是相互紧密联系的。同时,现代食品生物技术又是建立在众多学科基础上的。它们的关系可以概括为图 1-1。

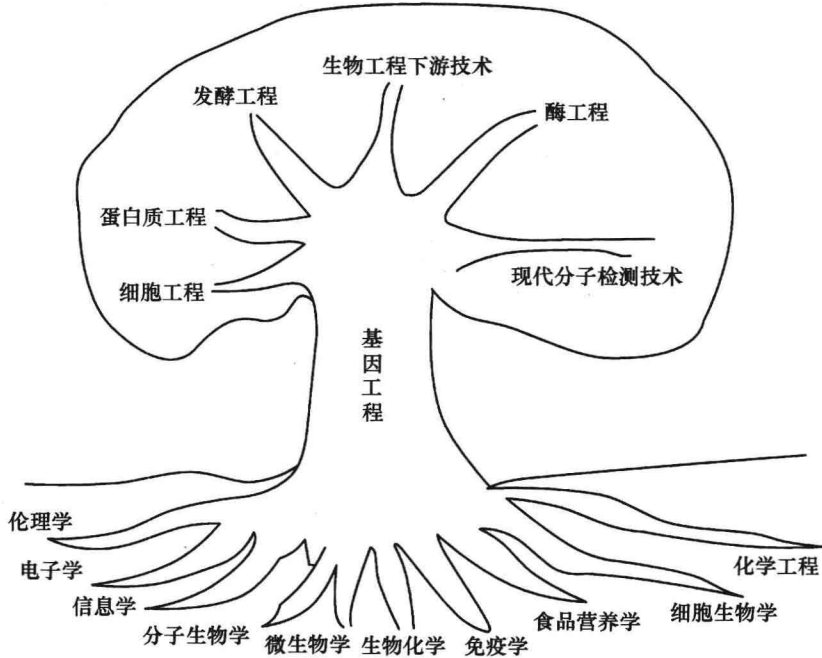


图 1-1 食品生物技术研究内容关系树

综上所述,食品生物技术在经历了数千年的发展,特别是 20 世纪 60 年代以后的发展,不再是传统意义上的食品生物技术,已成为现代生物技术的重要组成部分。食品生物技术如同生物技术一样是所有自然学科中涵盖范围最广的学科之一。它以包括分子生物学、细胞生物学、微生物学、免疫学、生理学、生物化学、生物物理学、遗传学、食品营养等几乎所有生物学科的次级学科为支撑,同时又结合信息学、电子学、化学工程、社会伦理学等非生物学科,从而形成一门多学科相互渗透的综合性学科。虽然其研究的领域已涉及数十个学科,但



研究内容主要集中在:细胞工程、酶工程、发酵工程、蛋白质工程、生物工程下游技术和现代分子检测技术。

## 1.2 食品生物技术研究的内容

### 1.2.1 基因工程

在生物化学中,已介绍了生物遗传信息传递的过程。这里再作一简单的回顾。图 1-2 是遗传信息由 DNA 传递到蛋白质的过程,即中心法则(central dogma)。

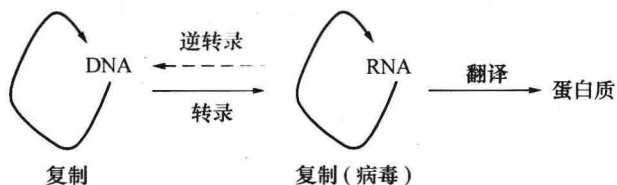


图 1-2 生物遗传信息的表达途径(中心法则)

基因工程(gene engineering)技术则是针对遗传信息的载体 DNA 进行操作,所以也称为 DNA 重组技术,有时也被称为基因克隆或分子克隆。基因工程技术实际上包括了一系列实验技术,最终目的是把一个生物体中的遗传信息转入到另一个生物体中。一个典型的 DNA 重组实验通常包括以下几个步骤:①提取供体生物的目的基因(或称外源基因),通过限制性内切酶、DNA 聚合酶连接到另一个载体的 DNA 分子上(克隆),形成一个新的重组 DNA 分子;②将这个重组 DNA 分子转入受体细胞并在受体细胞中复制保存,这个过程称为转化(transformation);③对那些吸收了重组 DNA 的受体细胞进行筛选和鉴定;④对含有重组 DNA 的细胞进行大量培养,检测外源基因是否表达。

基因工程就是这样通过一系列的技术操作过程获得人们预先设计好的生物,这种生物所具有的特性往往是自然界不存在的。基因工程技术为人类从本质上改造生物界,进而改造自然界,创造一个更适合人类生存的环境提供了一个前所未有的技术支持。

### 1.2.2 细胞工程

细胞工程(cell engineering)就是在细胞水平研究开发、利用各类细胞的工程。是人们利用现代分子学和现代细胞分子学的研究成果,根据人们的需求设计改变细胞的遗传基础,通过细胞培养技术、细胞融合技术等,大量培养细胞乃至整个个体的技术。

细胞工程研究的内容按其技术可分为 8 大类(图 1-3):

按生物种类可以分为植物细胞工程、动物细胞工程和微生物细胞工程。

细胞培养技术是建立在组织培养技术上的,是 20 世纪 80 年代迅速发展起来的一个新领域。植物细胞培养技术是基于 19 世纪施来登(Schleiden)和施旺(Schwann)提出的细胞



学说,即细胞是生物有机体基本结构单位;和基于植物细胞具有的潜在全能性。植物细胞潜在全能性是指离体的细胞在一定培养条件下具有能诱导细胞分化,最终产生与母体相同再生植株或器官的能力。植物细胞培养主要采用了悬浮培养和固定化细胞反应器系统。现代的细胞培养技术在采用了现代发酵工程的一些先进技术后,已逐渐形成了独具特色的植物生物反应器。在医药、食品、化工、农林等产业中得到了广泛的应用。目前,植物细胞培养已成为食品生物技术研究的热点,在食用天然色素、植物次生代谢产物中对人健康有益的功能因子等方面已开展了广泛的研究。如人参细胞培养,得到的活性人参细胞粉,既是保健食品的原料,也可作为药材,其中除含有人参皂甙外,还含有酶类及其他活性成分,其保健作用优于天然人参。此外,还用于紫草细胞、朝天椒细胞、甘草细胞、薰衣草细胞、薄荷细胞、苦瓜细胞等进行细胞培养,研究从这些细胞中提取可用作色素、香精、甜味剂、代谢调节物的天然产物。因此,植物细胞工程在生产植物细胞含量少的对人有益成分有着独特的优势。随着基因工程技术的发展,未来的植物细胞将会是一种全新的细胞,具有产物的高表达量和产物范围涉及面更广的特性。

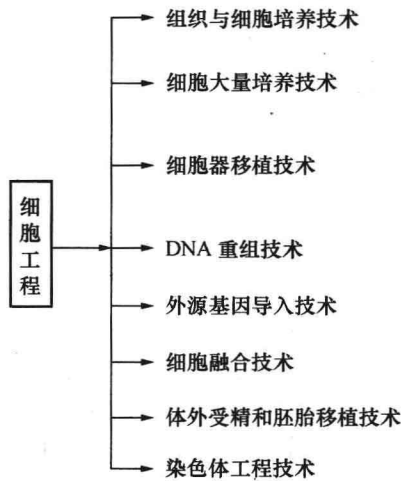


图 1-3 细胞工程分类

动物细胞工程是细胞工程的一个重要的分支,利用细胞分子生物学和分子生物学的理论基础,利用工程技术手段,按照人类的需要大量培养细胞和生产动物本身。动物细胞工程主要包括:动物细胞培养技术、动物细胞融合技术、淋巴细胞杂交瘤产生单克隆抗体技术、细胞拆合技术。我国的童弟周教授早在 20 世纪 60 年代就开展鱼类核移植工作,并得到了杂种鱼。随着对动物细胞遗传全能性的研究,人们发现动物细胞与植物细胞一样具有全能性,并在一定条件下具有发展成为一个完整个体的能力。1981 年 Illmenses 用小鼠幼胚细胞核克隆出正常小鼠。到了 20 世纪 90 年代,利用幼胚细胞核克隆动物的技术基本成熟。于是,人们开始研究利用体细胞克隆动物。1997 年英国 PPL 公司的罗斯林(Roslin)研究所的维尔默特(Wilmut)利用羊的乳腺细胞细胞核克隆出一头羊(多莉,Dolly),揭开了人类用体细胞克隆动物的新时代。Dolly 羊的克隆成功必将对 21 世纪的生命科学研究、医学研究、农业研究产生重大的影响:①遗传素质完全一致的克隆动物将更有利于人们开展对生长、发育、衰老和健康等机理的研究;②有利于大量培养品质优量的家畜;③克隆转基因动物,可以降低研究费用,提高成功率,缩短大量繁殖转基因动物的生产周期;④推进了同种克隆向异种