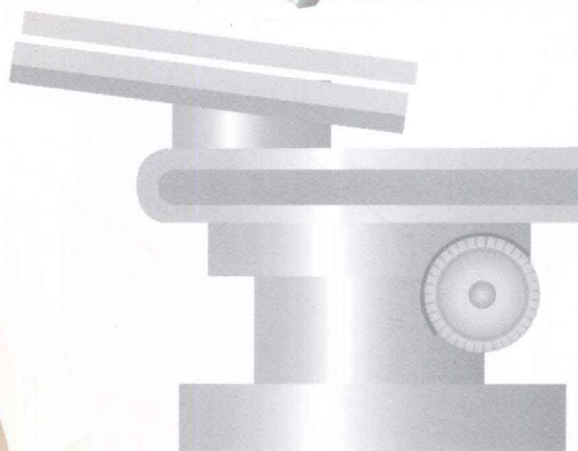
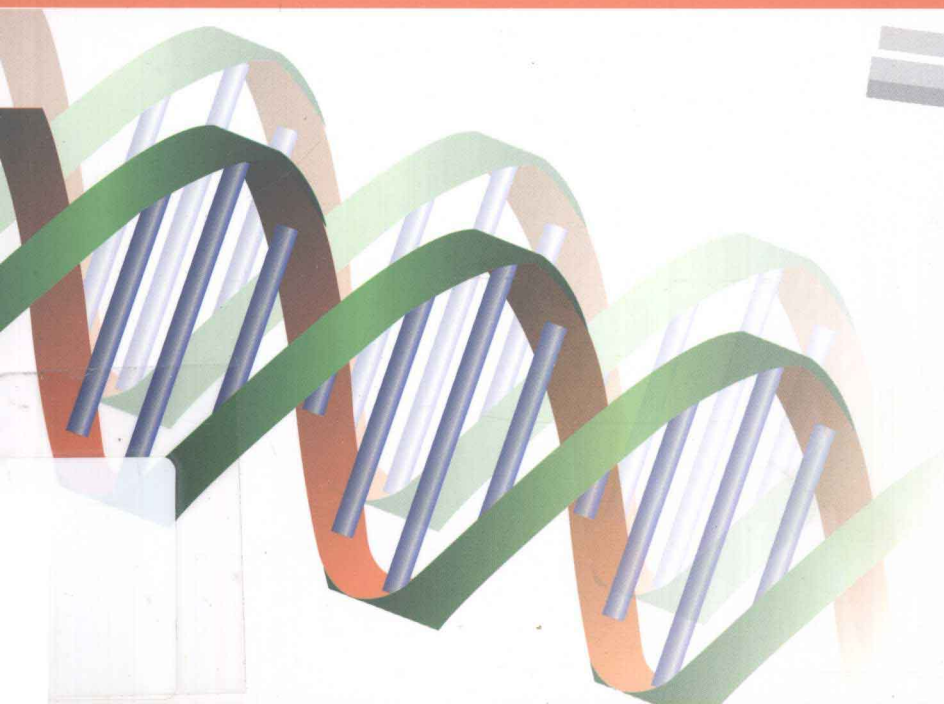


普通高等教育“十二五”规划教材

食品生物技术 概论

INTRODUCTION
TO FOOD
BIOTECHNOLOGY

◎郝林 主编



中国林业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

食品生物技术概论

郝 林 主编

中国林业出版社

内容简介

本书是一本为大学本科生编写的教材,适用于食品类专业公共课。全书共分 12 章,包括绪论、基因工程及其在食品工业中的应用、发酵工程及其在食品工业中的应用、酶工程及其在食品工业中的应用、细胞工程及其在食品工业中的应用、蛋白质工程及其在食品工业中的应用、食品生物工程下游技术、生物传感器及其在食品工业中的应用、现代生物技术与食品安全检测、生物技术对食品工业废物、废水处理中的应用、生物技术对食品原料生产环境的保护与修复、生物技术存在的问题及展望。书后附有食品生物技术中常用英汉专业词汇和相关网站。全书着重讲述生物技术及食品生物技术的基本理论、基本知识及在食品工业中的应用。

本书可作为农林院校、综合大学、师范院校等相关专业本科生的教材及参考书,也可作为食品行业科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

食品生物技术概论/郝林主编. —北京:中国林业出版社, 2012. 7

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5038-6676-0

I. ①食… II. ①郝… 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(2012)第 155416 号

中国林业出版社·教材出版中心

责任编辑:高红岩

电话:83282720 83220109

传真:83220109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号)

E-mail:jiaocaipublic@163.com 电话:(010)83224477

http://lycb.forestry.gov.cn

经 销	新华书店
印 刷	北京市昌平百善印刷厂
版 次	2012 年 7 月第 1 版
印 次	2012 年 7 月第 1 次印刷
开 本	850mm × 1168mm 1/16
印 张	21
字 数	450 千字
定 价	39.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《食品生物技术概论》编写人员

主 编 郝 林

副 主 编 贺稚非 朴美子 赵春燕 李艾黎

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王远亮 (湖南农业大学)

乌日娜 (沈阳农业大学)

朴美子 (青岛农业大学)

李 珂 (湖南农业大学)

李艾黎 (东北农业大学)

吕艳芳 (渤海大学)

仪治本 (中北大学)

杨 宁 (山西农业大学)

杨飞芸 (内蒙古农业大学)

赵春燕 (沈阳农业大学)

郝 林 (山西农业大学)

贺稚非 (西南大学)

贾丽艳 (山西农业大学)

唐 霞 (河北农业大学)

前言

生物技术是21世纪的支柱产业,目前也是生物技术出现以来研究最为活跃、发展速度最快的时期。2011年10月31日世界人口已达到70亿,据预测,21世纪中期世界人口将突破90亿,到21世纪末超过100亿。科学家们称,以生活标准计算,如果每个地球人都能享受发达国家普通人的饮食,地球的最大承受力只有20亿人;而如果按照每天维持最低生活必需的食物标准计算,地球可以承载120亿人。面对如此严峻的挑战,人们寄希望于依靠生物技术解决人类所面临的粮食短缺、耕地锐减、疾病威胁、环境恶化和能源危机等挑战,实现人类社会的可持续发展。世界上许多国家都在大力开展生物技术的研究和应用。

食品生物技术是生物技术的一个分支,它是食品科学与生物技术相结合的一门交叉学科。食品生物技术的应用为食品工业的发展增添了新的动力,从传统食品工业的改造、新产品的开发,到食品生产过程的控制及产品质量安全检测等许多环节,已经越来越离不开生物技术。因此,可以说没有生物技术就没有食品工业的未来。鉴于上述原因,国内外许多院校的食品类专业,从培养未来从事食品工业领域的科研和生产的人才的角度出发,相继开设了与生物技术相关的课程,使学生们学习和掌握有关生物技术的基础知识,并了解生物技术在食品工业中应用的现状和发展趋势。然而,原有的食品类专业包括食品科学与工程和食品质量与安全等专业课程内容体系已经足够充实,课时数也已很难再行压缩精简,空出更多的学时数用于新课。基于国内食品类专业课程设置的实际情况,本书作者首先确定了本书的编写思路及设计原则:①面向非生物工程类专业,兼顾生物工程类专业;②生物技术的基础理论比重适度,够用即可,重点介绍生物技术在食品工业领域中的应用;③尽可能将国内外比较成熟的新理论、新工艺、新技术和新成果体现出来。基于以上原则,本书作者经过广泛征求意见和反复推敲后,首先确定了现在的书名,然后制订了编写大纲。在总结多年教学经验和科研工作的基础上,广泛借鉴了国内外最新文献资料,编写了本书——《食品生物技术概论》。

本书力图在介绍基本理论和基本知识的基础上,着重论述基因工程、发酵工程、酶工程、细胞工程、蛋白质工程、下游工程、生物传感器等在食品工业各领域中的应用,还论述了现代生物技术与食品安全检测、生物技术在食品工业废物处理中的应用、生物技术对食品原料生产环境的保护与修复、生物技术存在的问题及展望,使学生们能够掌握食品生物技术的基础理论,了解食品生物技术应用现状、研究热点及发展趋势。每章后面附有小结、思考题和推荐阅读书目,全书后面附有食品生物技术中常用英汉专业词汇和相关参考文献及网站,给学生们提供了自学、钻研的空间,培养独立学习、分析问题和解决问题的能力,为今后进一步从事相关领域的学习和指导实际生产奠定基础。全书由郝林主编,贺稚非、朴美子、赵春燕和李艾黎为副主编,共分为12章。第1章由郝林编写,第2章由王远亮、李珂编写,第3章由朴美子编写,第4

章由贺稚非编写，第5章由吕艳芳编写，第6章由乌日娜编写，第7章由赵春燕编写，第8章由贾丽艳编写，第9章由李艾黎编写，第10章由杨飞芸编写，第11章由杨宁编写，第12章由唐霞、郝林编写，附录1和附录2由仪治本编写。全书由主编、副主编集中内审，并由主编统稿和定稿。

本书从最初选题、编写到出版，得到了中国林业出版社和各有关院校的大力支持，并承蒙河北科技大学副校长、博士生导师贾英民教授的审稿，在此，全体编者一并表示衷心的感谢。还要感谢研究生王丹丹、许云萧、胡敏和任淑娟为本教材编写所做的大量、细致的具体工作。由于食品生物技术发展迅速，涉及领域广泛，加之作者知识和写作水平所限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者不吝赐教。

郝 林

2011年12月8日

目 录

前 言

第1章 绪 论	1
1.1 生物技术的定义、发展历程及主要内容	1
1.1.1 生物技术的定义	1
1.1.2 生物技术的发展历程	2
1.1.3 现代生物技术涉及的基础及分支学科	4
1.1.4 现代生物技术的主要内容	4
1.1.5 生物技术的相互关系	6
1.1.6 生物技术与社会可持续发展	6
1.2 食品生物技术的定义及研究内容	9
1.2.1 食品生物技术的定义	9
1.2.2 食品生物技术研究的内容	9
1.3 食品生物技术在食品工业发展中的作用	9
本章小结	12
思考题	12
推荐阅读书目	13
第2章 基因工程及其在食品工业中的应用	14
2.1 基因工程的原理	14
2.2 工具酶	14
2.2.1 限制性核酸内切酶	15
2.2.2 DNA 连接酶	18
2.2.3 Taq DNA 聚合酶	19
2.3 基因载体	20
2.3.1 质粒载体	20
2.3.2 λ 噬菌体载体	22
2.3.3 黏粒载体	23
2.3.4 人工染色体载体	23
2.4 基因工程的基本技术	25
2.4.1 核酸提取技术	25
2.4.2 电泳技术	28
2.4.3 基因的分子克隆	29
2.4.4 PCR 技术	33
2.5 基因工程在食品工业中的应用	34

2.5.1	基因工程在改良食品加工原料中的应用	34
2.5.2	基因工程在改良微生物菌种性能中的应用	36
2.5.3	基因工程在酶的生产中的应用	38
2.5.4	基因工程在生产保健食品的有效成分中的应用	40
	本章小结	41
	思考题	41
	推荐阅读书目	42
第3章	发酵工程及其在食品工业中的应用	43
3.1	发酵工程的原理与技术	43
3.1.1	发酵的定义	43
3.1.2	发酵工程概念及其特点	43
3.1.3	发酵方式	44
3.1.4	发酵过程控制	49
3.2	发酵设备	57
3.2.1	发酵罐的类型和特征	57
3.2.2	常见的工业发酵罐类型	58
3.3	发酵食品生产	62
3.3.1	白酒	63
3.3.2	酱油	63
3.3.3	食醋	65
3.4	营养强化剂生产	66
3.4.1	氨基酸	66
3.4.2	维生素	67
3.5	食品添加剂生产	70
3.5.1	食品胶类	70
3.5.2	呈味剂	72
3.6	功能性食品生产	73
3.6.1	真菌多糖	73
3.6.2	活性肽	74
3.6.3	螺旋藻	77
3.6.4	活性微量元素	79
3.6.5	微生态制剂	79
	本章小结	80
	思考题	81
	推荐阅读书目	81
第4章	酶工程及其在食品工业中的应用	82
4.1	酶催化作用的特点	82

4.1.1 酶催化作用的专一性	82
4.1.2 酶催化作用的效率	82
4.1.3 酶催化作用的条件	83
4.1.4 影响酶催化作用的因素	84
4.2 酶的发酵生产	85
4.2.1 产酶菌种的要求	85
4.2.2 菌种的分离纯化	86
4.2.3 酶的发酵技术	87
4.2.4 提高酶发酵产量方法	89
4.3 酶的提取与分离纯化	89
4.3.1 酶溶液的制备	89
4.3.2 酶的沉淀分离	91
4.3.3 酶的过滤与膜分离	91
4.3.4 层析分离	93
4.3.5 酶的结晶	95
4.3.6 酶的制剂与保存	95
4.4 酶的修饰	96
4.4.1 肽链有限水解修饰	96
4.4.2 氨基酸置换修饰	97
4.4.3 金属离子置换修饰	97
4.4.4 大分子结合修饰	97
4.4.5 基因修饰	97
4.4.6 修饰酶的性质	98
4.5 酶的固定化	99
4.5.1 酶固定化的方法	100
4.5.2 固定化酶的性质	102
4.6 酶在食品工业中的应用	103
4.6.1 酶工程在制糖工业中的应用	103
4.6.2 酶工程在焙烤食品及面条生产中的应用	104
4.6.3 酶工程在果蔬加工中的应用	104
4.6.4 酶工程在畜产品加工中的应用	106
4.6.5 酶工程在酒及酒精工业中的应用	107
4.6.6 酶工程应用于纤维素的开发利用	108
4.6.7 酶工程在其他食品加工中的应用	108
4.6.8 酶传感器的制造	112
本章小结	112
思考题	112
推荐阅读书目	113

第5章 细胞工程及其在食品工业中的应用	114
5.1 细胞工程的原理	114
5.2 细胞工程基本技术	115
5.2.1 细胞培养技术	115
5.2.2 细胞融合技术	124
5.2.3 动物细胞的单克隆抗体技术	130
5.2.4 动物细胞的细胞核移植技术	131
5.2.5 动物胚胎移植技术	132
5.2.6 动物干细胞工程	132
5.2.7 染色体工程	132
5.3 细胞工程的应用	133
5.3.1 微生物细胞工程的应用	133
5.3.2 植物细胞工程的应用	134
5.3.3 动物细胞工程的应用	135
本章小结	136
思考题	137
推荐阅读书目	137
第6章 蛋白质工程及其在食品工业中的应用	138
6.1 蛋白质工程的概念及发展历史	138
6.2 蛋白质的结构与功能	140
6.3 蛋白质工程的一般步骤	141
6.4 蛋白质工程的改造方法	142
6.4.1 蛋白质的初级改造	142
6.4.2 蛋白质分子的高级改造	148
6.4.3 蛋白质修饰的化学途径	151
6.4.4 全新蛋白质的设计与构建	153
6.4.5 从基因组学到蛋白质组学	155
6.5 蛋白质工程在食品中的应用	158
6.5.1 提高酶的抗氧化能力	158
6.5.2 引入二硫键,改善蛋白质的热稳定性	159
6.5.3 转化氨基酸残基,改善蛋白质热稳定性	160
6.5.4 改变酶的最适 pH 值条件	161
6.5.5 提高酶的催化活性	161
6.5.6 修饰酶的催化特异性	161
6.5.7 修饰的生物防腐效应	162
本章小结	163
思考题	164

推荐阅读书目	164
第7章 食品生物工程下游技术	165
7.1 原料预处理	165
7.1.1 发酵液的固液分离	166
7.1.2 发酵液的预处理	167
7.1.3 细胞破碎	168
7.2 产物的提取	170
7.3 产物的纯化	171
7.3.1 沉淀法	171
7.3.2 吸附法	175
7.3.3 凝胶层析法	176
7.3.4 萃取	177
7.3.5 膜分离技术	180
7.3.6 离子交换层析	182
7.3.7 电泳	184
7.3.8 聚焦层析	186
7.3.9 亲和层析法	186
7.3.10 免疫吸附层析	187
7.3.11 亲和超滤	188
7.3.12 亲和沉淀	189
7.3.13 高效液相层析法	189
7.4 产物的精制	191
7.4.1 浓缩	192
7.4.2 结晶	194
7.4.3 干燥	195
本章小结	196
思考题	196
推荐阅读书目	197
第8章 生物传感器及其在食品工业中的应用	198
8.1 生物传感器概述	198
8.1.1 生物传感器的定义和组成	198
8.1.2 生物传感器的工作原理	199
8.1.3 生物传感器发展历程	200
8.1.4 生物传感器的分类	201
8.1.5 生物材料的固定化	204
8.1.6 影响生物传感器功能的因素	206
8.1.7 生物传感器的特点	207

8.1.8 生物传感器的应用	207
8.2 生物传感器用于检测食品鲜度	208
8.2.1 鱼鲜度测定	208
8.2.2 肉鲜度测定	209
8.2.3 乳鲜度测定	209
8.2.4 水果成熟度测定	209
8.3 生物传感器用于检测食品滋味及熟度	210
8.4 生物传感器用于食品成分分析	210
8.4.1 氨基酸的检测	210
8.4.2 糖含量的检测	211
8.4.3 有机酸、醇类等物质的检测	211
8.5 生物传感器用于食品卫生检测	212
8.5.1 生物传感器用于食品中微生物检测	212
8.5.2 生物传感器用于生物毒素检测	212
8.5.3 生物传感器用于残留农药、兽药检测	213
8.5.4 生物传感器用于食品添加剂的检测	214
8.6 生物传感器用于发酵性食品生产的控制	215
8.6.1 原材料及代谢产物的测定	215
8.6.2 微生物细胞总数的测定	216
8.6.3 代谢试验的鉴定	216
8.7 生物传感器的发展前景	216
本章小结	216
思考题	217
推荐阅读书目	217
第9章 现代生物技术与食品安全检测	218
9.1 免疫学检测技术	218
9.1.1 抗体在检测中的应用	218
9.1.2 ELISA 在检测中的应用	221
9.1.3 单克隆抗体检测技术	223
9.1.4 荧光抗体技术	226
9.1.5 放射免疫技术	226
9.1.6 免疫胶体金技术	227
9.2 核酸分子检测技术	228
9.2.1 核酸探针技术的操作原理	228
9.2.2 核酸探针技术在食品检测中的应用	230
9.3 生物芯片检测技术	230
9.3.1 基因芯片技术	230
9.3.2 蛋白质芯片	231

9.3.3 生物芯片的制作	231
9.3.4 生物芯片工作原理	232
9.3.5 生物芯片技术在食品领域的应用	232
9.4 转基因食品的检测技术	234
9.4.1 PCR 在转基因食品检测中的应用	235
9.4.2 核酸杂交技术在转基因食品检测中的应用	240
9.4.3 免疫学技术在转基因食品检测中的应用	241
9.4.4 生物芯片技术在转基因食品检测中的应用	241
本章小结	242
思考题	242
推荐阅读书目	242
第 10 章 生物技术在食品工业废物、废水处理中的应用	243
10.1 食品工业废物	243
10.1.1 果蔬加工行业的废物	243
10.1.2 肉类加工行业的废物	244
10.1.3 粮油加工行业的废物	244
10.2 食品工业废物的处理	245
10.2.1 果蔬加工行业的废物处理	245
10.2.2 肉制品加工行业的废物处理	249
10.2.3 粮油产品加工行业的废物处理	252
10.3 食品工业废水的处理	258
10.3.1 食品工业废水来源及其特性	258
10.3.2 废水的处理	262
本章小结	264
思考题	265
推荐阅读书目	265
第 11 章 生物技术对食品原料生产环境的保护与修复	266
11.1 环境污染对食品原料生产的影响	266
11.1.1 大气污染对食品原料生产环境的影响	266
11.1.2 水污染对食品原料生产环境的影响	267
11.1.3 土壤污染对食品原料生产环境的影响	268
11.2 生物修复	270
11.2.1 生物修复技术的基本概念	270
11.2.2 生物修复的基本原理	271
11.3 水体污染的生物修复技术	277
11.3.1 地下水污染的生物修复技术	277
11.3.2 地表水污染的生物修复技术	282

11.4 土壤污染的生物修复技术	284
11.4.1 土壤污染生物修复的工程方法	284
11.4.2 土壤中多环芳烃污染的生物修复技术	286
11.4.3 土壤中重金属污染的生物修复技术	289
本章小结	292
思考题	292
推荐阅读书目	292
第12章 生物技术存在的问题及展望	293
12.1 生物技术目前存在的问题	293
12.1.1 生物技术的技术本身	293
12.1.2 转基因产品的安全性	294
12.1.3 生物技术对环境和生态的威胁	297
12.1.4 社会伦理问题	297
12.1.5 生物技术水平不高、应用范围较窄	298
12.2 生物技术展望	299
12.2.1 生物技术进一步发展和完善	299
12.2.2 生物技术应用更加广泛	299
本章小结	302
思考题	302
推荐阅读书目	302
参考文献	303
附录1 食品生物技术中常用英汉词汇	308
附录2 常用网址	319

第1章

绪 论

从 20 世纪后期开始, 生命科学进入了迅速发展的时期, 并取得了一个个令人瞩目的成就, DNA 分子结构和蛋白质生物合成机制的阐明、DNA 重组技术和克隆技术的建立、人生长激素在大肠埃希菌中成功表达、重组人胰岛素上市、PCR 技术诞生、第一只克隆羊诞生、人类基因组计划完成等。这一系列成就的取得受到了各方面人士越来越多的关注, 专家们普遍认为 21 世纪是生命科学的世纪, 而生物技术作为当今世界发展最快、潜力最大和影响最为深远的一项高新技术, 必将成为 21 世纪的朝阳和支柱产业。生物技术将在解决世界人口、粮食、健康、环境和能源等问题方面发挥巨大作用。

食品生物技术作为生物技术的一个重要分支, 在确保农产品、畜产品、水产品及其加工产品的数量安全 and 质量安全等方面发挥越来越重要的作用。学习并掌握食品生物技术的基本理论及其在食品工业中的应用, 是当今及未来从事食品工业领域的科学研究和生产所不可缺少的。

1.1 生物技术的定义、发展历程及主要内容

1.1.1 生物技术的定义

生物技术(biotechnology)一词最初是由一位匈牙利工程师 Karl Ereky(卡尔·埃雷克)于 1917 年提出的, 其含义是指用甜菜做饲料进行大规模养猪, 即利用生物将原料转变为产品的技术。在随后的数十年中, 生物技术的含义发生过多次变化, 1979 年 E. F. Hutton(赫顿)把生物技术一词用来专指基因工程技术, 以致在 20 世纪 70 年代末期和 80 年代早期“生物技术”被很多人理解为主要是与基因工程有关的技术。此定义将原已比较成熟的发酵技术、酶技术、生物转化技术、原生质体融合等技术都排除在外。1982 年国际经济合作与发展组织(IECDO)提出, 生物技术是应用自然科学及工程学的原理, 依靠生物催化剂(酶或活细胞)的作用将物料进行加工, 以提供产品或用于社会服务的技术。其所指的加工及生产过程包括了食品、医药、化工产品乃至环保、农业等各种加工或生产过程。

IECDO 的上述生物技术的定义是目前被普遍接受的, 其中提到的“自然科学”包括生物学、化学、物理学以及它们的分支学科、交叉学科。“工程学”包括化学工程、机械工程、电气工程、电子工程、自动化工程等, 以及自然科学与工程学交叉形成的生物化学工程、生物医学工程、生物药学工程、生物信息学等学科。“生物催化剂”包括

微生物、动物、植物的机体、组织、细胞、体液或分泌物，以及从中提取出来的酶或其他生物活性物质。“物料”则指生物体的某一部分或生物生长过程中产生的可利用物质，如淀粉、纤维素等有机物，也包括一些无机物，甚至某些矿石。“产品”包括粮食、食品、医药、化工品、能源、金属等。“为社会服务”包括疾病的预防、诊断与治疗 and 食品的检验以及环境污染的检测和治理等。

生物技术有时也称为生物工程，然而两者的含义并不完全相同。“工程”一词系指完成某项商品生产或向社会提供劳务获得效益的过程，其特点是规模大，复杂性强，又需要多学科知识和技术的协调配合；而“技术”一词习惯上是强调在实施过程中所运用的某项具体技巧。生物工程是生物技术的产业化，在生物工程领域中，“技术”与“工程”不可分割，但工程与技术各自又有相对的独立性。

生物技术有以下 3 个特点：①生物技术是一门多学科、综合性的科学技术；②反应中需要有生物催化剂(酶或细胞)的参与；③其最后目的是建立物质生产过程或进行社会服务。

1.1.2 生物技术的发展历程

生物技术原本是最古老的技术，其发展经历了数千年的历史。依据生物技术发展时期的技术特征，可将生物技术分为 3 个不同阶段，即传统生物技术、近代生物技术和现代生物技术。

(1) 传统生物技术

传统生物技术的应用历史悠久，几乎同人类的文明史同时开始，如原始啤酒生产的历史，据考证大约起源于 9000 年前的地中海南岸地区；大约在 7000 年前，在美索不达米亚已经酿造出了葡萄酒；公元前 4000 年古埃及人就开始制作面包等；我国人民在 4000 多年前已发明了制曲酿酒工艺，在 2500 年前已经开始制酱和制醋等。传统生物技术的特征是酿造技术。在此之后的很长时期内，人们并不了解这些技术的本质所在。直到 Leeuwen Hoek(安东尼·列文虎克)(1676)发明了能放大 170 ~ 300 倍的显微镜，人们才认识到微生物的存在；Louis Pasteur(路易·巴斯德)(1857)证明酒精发酵是由活的酵母发酵引起的，其他发酵产物是由其他微生物发酵形成的；1897 年人们发现，经过碾磨破碎的死酵母同样能使糖类发酵成酒精，发酵的奥秘逐渐被人们揭开。从 19 世纪末到 20 世纪 30 年代，人们发明了不需通气搅拌的厌氧纯种发酵技术，开展了如乳酸、乙醇、丙酮-丁醇、柠檬酸、甘油、淀粉酶等许多产品的工业发酵生产。但这一时期的生产较为简单，多数为兼气发酵或表面发酵，设备要求不高，产品基本属于微生物初级代谢产物。

(2) 近代生物技术

20 世纪 40 年代，由于青霉素大规模发酵的推动，促进了大规模液体深层通气搅拌发酵技术的发展，抗生素、有机酸、酶制剂等发酵工业在世界范围内迅猛发展。50 年代中期以后，随着对微生物代谢途径和调控研究的不断深入，找到了突破微生物代谢调控以及积累代谢产物的手段，并应用于发酵工业。

近代生物技术阶段的技术特征是：①产品类型多，既有初级代谢产物(如有机酸、氨基酸、多糖、酶等)，也有次级代谢产物(如抗生素等)、生物转化产物(如甾体转化

等)、酶反应产物(如 6-氨基青霉烷酸酰化等);②生产设备规模大,发酵罐体积可达几十到几千立方米;③技术要求高,多数需要通入无菌空气进行需氧发酵,产品质量要求高;④技术发展快,如产量和质量大幅度提高,发酵控制技术飞速发展等。

(3)现代生物技术

1953 年,美国学者 Watson 和英国学者 Crick 共同提出的 DNA 双螺旋结构模型奠定了分子生物学基础,揭开了生命科学史上划时代的一页。此后,许多的科学家投入了分子生物学研究,取得了一系列的进展。1973 年,美国的 Herber Boyer 和 Stanley Cohen 两位教授完成的基因转移试验为基因工程开启了通向现实的大门,使人们可以按照自己的意愿设计出全新的生命体。这项技术的出现使以往的生物技术迅速完成了向现代生物技术的飞跃,并成为 21 世纪生命科学的领跑者。

现代生物技术的技术特征是以基因工程为核心的高技术综合体系。如今,现代生物技术的研究与应用已取得了丰硕成果(表 1-1),大量的与人类健康密切相关的基因已经得到克隆和表达,胰岛素、生长激素、细胞因子、单克隆抗体、重组疫苗等几十种医药产品已经被批准上市;大批抗虫、抗病、抗逆和品质改良的农作物品种已投入农业生产。现代生物技术已经在医药、农业、畜牧业、林业、食品、轻工、环境保护、能源、海洋等诸多方面得到日益广泛的应用。同时,食品生物技术、医药生物技术、农业生物技术、海洋生物技术等一批新型技术已经和正在形成。

表 1-1 1953 年以来现代生物技术领域的主要成就

年 代	主 要 成 就
1953	Watson 和 Crick 发现 DNA 双螺旋结构;Grubhofer 和 Schleith 提出了酶固定化技术
1956	提出了遗传信息通过 DNA 碱基序列传递的理论
1957	DNA 复制过程包括双螺旋互补链分离得到了证实
1958	获得了 DNA 聚合酶 I,并用该酶在试管内成功合成了 DNA
1960	发现 mRNA,并证明 mRNA 指导蛋白质合成
1961 ~ 1966	破译了遗传密码
1967	获得了 DNA 连接酶
1970	分离得到第一个限制性内切酶;发现逆转录酶
1971	用限制性内切酶酶切产生 DNA 片段;用 DNA 连接酶获得第一个重组 DNA 分子
1972	Khorana 等合成了完整的 tRNA 基因;P. Berg 首次构建 DNA 重组体
1973	Boyer 和 Cohen 建立了 DNA 重组技术
1975	Kohler 和 Milstein 建立了单克隆抗体技术
1976	DNA 测序技术诞生;第一个 DNA 重组技术规则问世
1977	重组人生长激素抑制因子在大肠埃希菌中成功表达
1978	美国 Genentech 公司在大肠埃希菌中成功表达胰岛素
1980	美国最高法院对 Chakrabarty 和 Diamond“超级细菌”专利案做出裁定,认为经过基因工程操作的微生物可以获得专利;第一家生物技术类公司在 NASDAQ 上市
1981	第一个单克隆抗体试剂盒在美国被批准使用;第一只转基因动物(老鼠)诞生