

© 刘 莹 编

图书在版编目(CIP)数据

生物技术概论 / 刘莹主编. — 沈阳: 辽宁大学出版社, 2012
ISBN 7-305-11845-2

I 援生援援 II 援刘援援 III 援①生物技术—高等学校—教材 IV 援四援

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第 000000 号

出 版 者：辽宁大学出版社
(地址：沈阳市皇姑区崇山中路 25 号 邮政编码：110122)
印 刷 者：辽宁工程技术大学印刷厂
发 行 者：辽宁大学出版社
幅面尺寸：185mm×260mm
印 张：10
字 数：240千字
印 数：1-1000
出版时间：2012 年 1 月第 1 版
印刷时间：2012 年 1 月第 1 次印刷
责任编辑：刘 葵
封面设计：邹本忠
版式设计：马永政
责任校对：齐 月

定 价：25.00 元
联系电话：0411-84610000 传 真：0411-84610001
邮购热线：0411-84610000 邮 购：0411-84610001

编 委 会

主 编	刘 莹				
副主编	刘 民	李 娜			
编 委	刘 莹	刘 民	李 娜	马丹丹	
	朱宏飞	张红梅	李芳亮	毛永强	
	杨丽娜	孔 涛			

前 言

由于生物技术和生物工程的飞速发展，生物技术与人们的日常生活、经济和社会的发展关系越来越密切，生物工程与其他学科的交叉越来越普遍，生物工程几乎已经渗透到所有的学科，包括工程科学，生物、物理、化学、数学等基础学科和管理科学、经济学、人文学科等。在其他学科的学习和科学研究中都不可避免地遇到与生物工程相关的问题，在中学阶段学习的生物知识已经不能很好地适应新的形势。因此，近年来，《生物技术概论》在工科等非生物学类专业的课表上出现了，它是高等教育教学改革不断深入的结果，是现代社会对毕业生提出的要求，高校非生物学类专业学生学习生物学类课程已成为必然的趋势。目前，全国已有许多高校为非生物学类专业学生相继开设了生命科学或普通生物学课程，并将其作为公共必选课程，向每位大学本科生介绍生物工程历史、现状及展望，使每位学生都能了解、掌握生物工程的基本理论和方法，认识生物工程在未来世界中的重要地位。

《生物技术概论》是一本适合于综合性大学非生物学类专业学生学习的教科书。而一些以工程为主的大学开设《生物技术概论》显得更为重要，将会培养出一批把生物技术向各个专业渗透，在边缘学科领域发展的人才。学计算机专业的学生通过学习《生物技术概论》可以了解核酸、蛋白质和脑神经，更便于设计生物芯片和智能计算机；学建筑、机械等专业的学生，通过学习可以增加对生物，尤其是人体自身的了解，将有利于发展仿生学的设计理念，体现以人为本的设计思想；学能源专业的学生了解生物大分子，有利于生物能源的开发；学材料专业的学生了解生物大分子，将有利于开发生物材料的新产品。

21 世纪是生命科学的世纪，随着生命科学的发展，现代生物技术不仅在探索生命现象方面成果显著，而且与工程的结合更加紧密。由于现代生物技术的出现，基因工程产品以及体细胞克隆技术等出现，意味着在 21 世纪将会有更多各行各业、各个学科领域的杰出人才，参加到与生命科学交叉的边缘领域的研究和开发中来，因而普及生命科学方面的知识势在必行。

本书的目标是向非生物学类专业学生介绍生物技术的基础知识，介绍发酵工程、细胞工程、酶工程、基因工程的基本原理和方法以及它们在农业、医药、卫生、能源、环境保护、生物传感器与电子科学等领域的应用等内容，激发工程类专业的学生对生命科学的兴趣，使他们把自己本专业的知识与生命科学结合起来，开发出更多对人类有益的新产品。

本书共分十二章，马丹丹编写第九章（第一、二、三节）；毛永强编写第九章（第四、五节）；李娜编写第二章和第六章；刘莹编写绪论、第三章和第十一章；刘民编写第五章、

第八章和第十章；张红梅编写第四章（第五、六节）；李芳亮编写第四章（第三、四节）；朱宏飞编写第七章；孔涛编写第四章（第一、二节）；杨丽娜编写第十二章。

本书编写是在较短的时间内完成的，因而要使它成为一本优秀的教材，我们还要继续努力，并诚恳希望读者对本书提出宝贵意见和建议。

编 者

2006 年 1 月 29 日

目 录

第一章 生物技术概述.....	1
第一节 生物技术的定义.....	1
一、生物技术.....	1
二、生物技术的内容.....	2
第二节 生物技术的发展史.....	3
一、发酵原理的创建.....	3
二、深层通气培养法的建立——生物技术的第一次飞跃.....	3
三、基因重组技术的发明——生物技术的第二次飞跃.....	4
第三节 生物技术的优越性.....	5
一、不可取代性.....	5
二、快速、精确.....	5
三、低耗、高效.....	5
四、副产物少、副作用小、安全性好.....	6
第四节 生物技术在各个领域的应用.....	6
一、生物技术与农业.....	6
二、生物技术与医药卫生.....	9
三、生物技术与化学、食品工业.....	11
四、生物技术与环境保护.....	13
五、生物技术的未来发展趋势.....	14
第二章 发酵工程.....	15
第一节 发酵工程的概述.....	15
一、发酵工程.....	15
二、发酵工程发展的四大阶段.....	15
三、发酵工程的研究内容.....	17
四、发酵工程反应过程的特点.....	17
第二节 微生物工业菌种与培养基.....	19
一、发酵工业对菌种的要求.....	19
二、工业常用的微生物菌种.....	20
三、培养基的制备.....	23
第三节 发酵操作方法和工艺控制.....	28
一、发酵操作方法.....	28
二、影响发酵的主要因素.....	32
三、发酵设备.....	34

第四节 发酵产物的后处理	35
一、发酵产物的分离和纯化的目的及其基本要求	35
二、发酵液下游处理的流程和方法	36
第五节 发酵工程的应用	37
一、氨基酸的生产工艺	37
二、柠檬酸的生产工艺	40
三、青霉素发酵工艺	42
四、维生素发酵生产	43
第三章 细胞工程	45
第一节 细胞工程概述	45
一、细胞工程	45
二、细胞工程发展过程简介	45
第二节 细胞工程的基本技术	46
一、细胞培养技术	47
二、细胞融合技术	48
三、细胞重组技术	51
四、遗传物质转移	52
第三节 植物细胞工程	53
一、微繁殖技术	53
二、人工种子	54
三、单倍体诱导及其应用	55
四、原生质体培养与细胞融合	56
五、体细胞遗传变异及其利用	57
六、次生物质与植物细胞的大量培养	58
第四节 动物细胞工程	60
一、淋巴细胞杂交瘤与单克隆抗体	60
二、胚胎干细胞	60
三、细胞融合	61
四、细胞核移植	63
第五节 细胞工程的应用	63
一、粮食与蔬菜生产	63
二、园林花卉	64
三、临床医学与药物	64
四、繁育优良品种	65
第四章 基因工程	66
第一节 基因工程的基本内容	66
第二节 DNA 重组的基本工具	66
一、限制性内切酶	67
二、DNA 连接酶	69
三、反转录酶	69
四、基因载体	69
第三节 基因工程的基本技术程序	73

一、提取目的基因	74
二、目的基因与运载体结合	75
三、将目的基因导入受体细胞	75
四、目的基因的检测和表达	76
第四节 转基因动物和植物	76
一、向动物体内转入外源基因	76
二、向植物体内转移外源基因	77
第五节 基因工程研究的现状	79
一、动物基因研究	80
二、医药基因工程	81
三、植物基因工程	83
第六节 基因工程研究展望	84
一、转基因技术的突破	84
二、分离优良性状基因技术	84
三、基因工程产业化	85
第五章 酶工程	86
第一节 酶工程概述	87
一、酶与酶工程研究的重要意义	87
二、酶学研究史	87
三、酶工程简介	88
四、酶的分类、组成和结构特点	89
第二节 酶的生产	90
一、优良产酶菌种的筛选	90
二、基因工程菌的构建	91
三、微生物酶的发酵生产	92
第三节 酶的分离纯化	94
一、酶制剂的制备	95
二、酶的纯化与精制	95
三、酶的纯度与酶活力	97
四、酶制剂的保存	97
第三节 酶分子的改造	98
一、酶分子修饰	98
二、酶的蛋白质工程	99
第四节 生物催化剂的固定化	101
一、酶的固定化方法	102
二、细胞的固定化方法	103
三、固定化酶（细胞）的性质	104
四、固定化酶的指标	105
第五节 酶反应器	105
一、酶反应器的基本类型	106
二、酶反应器的设计原则	107
三、酶反应器的性能评价	107

四、酶反应器的操作	107
第六节 酶的应用	108
第六章 生物技术制药	111
第一节 生物技术制药概述	111
一、生物药物的来源	112
二、生物药物的特性	112
三、生物药物的类型简介	113
四、生物技术制药特点	118
第二节 基因工程制药	119
一、基因工程制药的特点	119
二、基因工程药物生产的基本过程	119
三、目的基因的获得	120
四、基因表达	121
五、基因工程菌的稳定性	121
六、基因工程菌的发酵	122
七、基因工程和药物的分离纯化	123
八、基因工程药物的质量控制	123
九、基因工程药物制造实例	123
第三节 微生物发酵制药	127
一、微生物发酵制药概况	127
二、抗生素的发酵工艺	127
第四节 我国生物技术制药的现状	129
一、我国生物制药技术与其他科技相融合	129
二、我国生物制药技术不断提高，新产品层出不穷	130
第五节 我国生物技术制药的展望	132
第七章 农业生物技术	134
第一节 生物技术与植物生产	134
一、植物雄性不育及杂种优势利用	134
二、植物抗逆性研究	135
三、生物农药及微生物肥料	137
四、植物基因工程	139
五、植物细胞工程的应用	140
六、分子育种技术的应用	141
第二节 现代生物技术与养殖业	142
一、动物转基因技术与分子育种	142
二、动物繁殖新技术	143
三、生物技术在动物饲料工业上的应用	144
四、动物基因工程疫苗	149
五、动物生物反应器	150
六、核移植技术及其在养殖业中的应用	151
七、胚胎干细胞技术及其在养殖业中的应用	152
第八章 工业生物技术	153

第一节 生物技术与精细化工	153
一、发酵工程在精细化工中的应用	153
二、酶工程在精细化工中的应用	154
第二节 生物技术与食品生产	155
一、基因工程与食品生产	156
二、细胞工程与精细化工	156
三、酶工程与食品工业	157
四、发酶工程与食品工业	159
第三节 生物技术与纺织皮革工业	159
一、生物技术在纺织工业中的应用	159
二、生物技术在皮革生产中的应用	161
第九章 生物技术与环境	162
第一节 环境污染的生物学	162
一、环境污染对生物的不利影响	162
二、环境与人体健康	164
三、环境污染破坏生物之间的生态关系	165
第二节 生物技术治理污染的意义	166
一、减少二次污染	166
二、减少污染治理成本	166
第三节 用于治理污染的生物技术	167
一、微生物转化	167
二、植物转化	168
三、动物转化	169
四、生态恢复	169
五、构建治理污染工程菌	169
第四节 污染场地的生物修复	170
一、生物修复的基本概念	170
二、生物修复的原理	170
三、生物修复的方法	178
第五节 用于预防环境污染的生物技术	179
一、抗虫、抗除草剂品种的培育	179
二、研制开发生物农药和微生物菌肥	179
三、研制开发可降解包装材料	179
四、加速国土绿化	179
五、利用生物技术改造传统工业	180
第十章 生物技术与能源	181
第一节 微生物技术与石油开采	181
一、微生物勘探石油	182
二、微生物二次采油	182
三、微生物三次采油	183
第二节 潜力燃料——乙醇	184
一、发展乙醇燃料的必然趋势	184

二、乙醇的生产	184
三、燃料乙醇生产技术的发展	187
四、乙醇在国内外的应用和生产情况简介	188
第三节 优质燃料——沼气	189
一、沼气发酵的意义	189
二、沼气发酵的三个阶段	190
三、制取沼气的条件	191
四、制取和使用沼气的好处	192
五、我国农村以及其他国家的沼气应用现状	193
第四节 能源植物	193
一、产“石油”的灌木	193
二、油料植物	194
三、藻类产油	194
第五节 清洁的生物能源——氢气	195
一、氢气	195
二、产氢生化机制	195
三、氢气作为能源使用的内在依据	196
第六节 生物燃料电池	197
一、产物生物燃料电池	197
二、去极化生物燃料电池	198
第十一章 生物芯片与生物传感器	199
第一节 生物芯片	199
一、生物芯片的概念	199
二、生物芯片的种类	199
三、生物芯片的应用	207
第二节 生物传感器	207
一、生物传感器的特点	208
二、生物传感器的原理	208
三、生物传感器的分类	209
四、生物传感器的发展趋势	210
第十二章 生物技术的发展与社会伦理	211
第一节 发展中的生物技术提出的一些社会伦理问题	211
一、克隆技术是否是人类社会的隐忧	211
二、人类基因组计划是否威胁个人隐私	212
三、转基因作物的推广是否会引起生态灾难	212
第二节 现有的生物技术如何面对伦理与社会问题	213
一、器官移植	213
二、试管婴儿	214
参考文献	215

第一章 生物技术概述

第一节 生物技术的定义

一、生物技术

生物技术英文为 Biotechnology，有时也被人们称为生物工程（Bioengineering），也有人称它为生物工艺学。这可能是强调这一领域源发于生命科学与工程技术的结合。但是由于在国际上应用 Biotechnology 这一术语远较 Bioengineering 普遍，所以在我国生物技术这个名称似乎更为通用。生物技术和电子信息技术、新药源技术、航天技术、新材料技术等为代表的高技术是 21 世纪人类科学技术事业最伟大的成就。

但对生物技术的定义却是诸子百家，说法不一。过去有人把生物技术定义为遗传工程，也有人认为生物技术应以发酵工程和酶工程为主体。按照日本科学技术厅科学技术会议 1979 年答辩及欧洲经济合作与发展组织（OECD）的讨论，生物技术定义为：直接或间接地利用生物体的机能生产物质的技术。也就是说，生物技术是一门应用生物科学和工程学的原理来加工生物材料或利用生物及其制备物作为加工原料，以提供所需商品和社会服务的综合性科学技术。它作为一门应用学科与一些基础学科，如微生物学、遗传学、分子生物学、细胞生物学、生物化学、化学、物理学、数学等都有密切的关系。它的形成与发展既依赖于化学工程学、电子学、计算机科学、材料科学和发酵工程学的发展，又反映出基础学科研究的新成果，也充分体现了工程学科所开拓出来的新技术和新工艺。

那么，什么是生物技术，究竟如何定义它，在这一点上，国内外的学者曾下过多种大同小异的定义，综合这些定义，我们可以这样来理解：

广义地讲，“生物技术就是人们运用现代生物科学、工程学和其他基础学科的知识，按照预先的设计，对生物进行控制和改造或模拟生物及其功能，用来发展商业性加工、产品生产和社会服务的新兴技术领域。”

狭义地讲“生物技术就是利用生物有机体（包括微生物和高等动、植物）或者其组成部分（包括器官、组织、细胞或细胞器等）发展新产品或新工艺的一种技术体系。”

由于现代生物科学的迅速发展，现已在分子、亚细胞、细胞、组织和个体等不同层次水平上揭示了生物结构和功能的关系，从而使人们得以运用生物学的方法以及现代工程科学所开拓的新技术和新工艺，对生物体进行不同层次的设计、控制、改造或模拟，构成了巨大的生产能力。例如，基因拼接和重组技术为创造生物新物种和新品系提供了最有希望的手段。

通过发酵工程和生化工程技术可以实现生物产品大规模商品化生产。生物技术还可用来进行各种生物材料和非生物材料的加工,以提供新材料和新元件。新产业革命的重要方向是发展低能、节能和脱能型新产业,并寻找新的能源,以摆脱当前能源限制,人们对此也将希望寄托在生物技术上。生物技术能帮助人们更好地了解生物、了解环境、了解我们自己,从而提供更好的社会服务。服务的概念很宽,消除水和空气污染、保护生态环境、提高医疗技术、防治疾病、提高人民健康等都是社会服务。

二、生物技术的内容

生物技术所包含的内容,在不同国家、不同时期、不同学者中,是有不同的看法和认识的。在我国,1986年国家科委制定《中国生物技术政策纲要》时,经专家们共同讨论认定,生物技术共包括基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程四个方面,而几乎同时在“七五”攻关计划中,又增加了生化工程和蛋白质工程。目前,在微生物学会和生物工程学会中,都有酶工程、基因工程、细胞工程、发酵工程和生化工程专业委员会,而没有蛋白质工程专业委员会。

一般认为,生物技术包括四个方面:

(1) 基因工程: 主要涉及一切生物类型所共有的遗传物质——核酸的分离、提取、体外剪切、拼接重组以及扩增与表达等技术。

(2) 细胞工程: 包括一切生物类型的基本单位——细胞(有时也包括器官或组织)的离体培养、繁殖、再生、融合以及细胞核、细胞质乃至染色体与细胞器(如线粒体、叶绿体等)的移植与改建等操作技术。

(3) 酶工程: 指的是利用生物体内酶所具有的特异催化功能,借助固定化技术,生物反应器和生物传感器等新技术、新装置,高效、优质地生产特定产品的一种技术。

(4) 发酵工程: 也有人称为微生物工程,就是给微生物提供最适宜的发酵条件生产特定产品的一种技术。

生物技术的四大组成部分虽然均可以自成体系,构成独立的完整技术,但在许多情况下又是高度相互渗透和密切相关的。事实上,如果没有这种相互渗透和彼此依赖,或许生物技术就形成不了像现在这样一种既深且广的影响与声势。根据上面所说,我们知道了生物技术的依据和出发点。生物有机体本身的种种机能,是各类生物在生长、发育与繁殖过程中进行物质合成、降解和转化的能力(也就是利用其新陈代谢的能力),各种生物,不管是低等的细菌、真菌等微生物,还是高等的动物、植物、人,其新陈代谢的过程就好像是一座反应器,而且是效率极高的反应器,在此反应器中各种各样代谢反应(化学反应)在各种生物催化剂——酶的催化下有条不紊地进行,而什么酶催化什么反应,该酶具有什么样的特异结构与功能,又是受特定的遗传基因所决定,所以从某种意义上说,基因工程和细胞工程可看作是生物技术的核心基础,因为通过基因工程和细胞工程可以创造许许多多具有特异功能或多种功能的“工程菌株”或“工程细胞株”,这些“工程菌株”或“工程细胞株”往往可以使酶工程或发酵工程生产出更多、更好的产品,发挥出更大的经济效益,而酶工程和发酵工程往往又是生物技术产业化,特别是发展大规模生产的最关键环节。因此,生物技术所包括的四个方面应当是一个完整的整体。

第二节 生物技术的发展史

生物技术的源流可以追溯到公元前的酿造技术。这种原始的生物技术一直持续了 4000 多年，直到 19 世纪法国微生物学家巴斯德揭示了发酵原理，从而为发酵技术的发展提供了理论基础。所以人们公认的生物工程学的开拓人是法国化学家巴斯德。在过去的 100 多年里，生物技术的发展经历了三个阶段，即：① 发酵原理的创建；② 深层通气培养法的建立；③ 基因重组技术的发明。

一、发酵原理的创建

19 世纪中叶，法国葡萄酒的酿造者们在酿酒的过程中遇到了麻烦。他们发现葡萄酒经常得一种“疾病”，于是纷纷来找巴斯德帮助。当时巴斯德正对发酵的作用机制进行研究，所以他对这门科学的实际应用很重视。经研究发现，这种“病”的病因在于：原来所进行的乙醇发酵部分地被另一种发酵过程所取代了，糖被部分地转变成了乳酸。同时，他用显微镜在得“病”的葡萄酒中观察到一种与酵母菌形态不同的、呈杆状和球状的生物体。当时他把这种生物体称作活跃因子或新的“酵母”。当然，我们现在已知道这种新酵母就是乳酸杆菌。

巴斯德的伟大不仅在于他找出了葡萄酒变质的病因所在，而且因为他还提出了治疗方法。就是对酒和糖液进行灭菌，即所谓的巴斯德灭菌法。巴斯德关于发酵作用的研究从 1857 年到 1876 年前后持续了近 20 年。他用自己的科研成果说服了盛行一时的所谓“自然发生学说”。他认为，“一切发酵过程都是微生物作用的结果，发酵是没有空气的生命过程，微生物是引起变化的作用者。”他的发现不仅对以前的发酵食品加工过程提供了理论基础，更重要的是，他促使了生物学原理和工程原理的结合。因此，有人称巴斯德为生物工程之父。

1872 年，维尔赫尔特开发了霉的纯种培养技术，他于 1878 年又发明了啤酒酵母的纯种培养技术。这样，酿造工业的管理技术迈入了近代化的行列。到了 20 世纪初，人们发现某些梭菌能引起丙酮、丁醇的发酵。丙酮是制造炸药的原料，随着第一次世界大战的爆发，一些服务于战争的弹药制造商们振兴了丙酮、丁醇制造工业。战争结束后，丁醇作为汽车工业中硝基纤维涂料的快干剂而大量使用，这一工业至今仍经久不衰。

二、深层通气培养法的建立——生物技术的第一次飞跃

以青霉素工业生产为标志的深层通气培养法的建立代表了生物技术发展的第一次飞跃。时间是 1942 年。

为了更好地介绍这次飞跃，首先要介绍一下英国科学家弗雷明的工作。早在 1929 年，英国科学家弗雷明在污染了霉菌的细菌培养平板上观察到了这样的现象：在霉菌菌落的周围有一个细菌抑制圈，这种霉菌叫青霉，所以，弗雷明就把这个能抑制细菌生长的霉菌分泌物叫青霉素。同时，他用粗制品证实了这种物质对许多革兰氏阳性细菌很有效。由于当时条件的限制，青霉素的提纯精制几乎是不可能的。弗雷明只好放弃了这项研究。

10 年后，由于第二次世界大战中的大量伤病员和战争受害者急需抢救，英国的一些科学家恢复了弗雷明的工作，取得了戏剧性的成功。当时，由于战争，在英国无法进行试制，

没有战争干扰的美国便承担了青霉素的试制任务。这是一项很艰巨的任务。首先它必须有一种严格的将不需要的微生物排除在生产体系外的无菌操作技术和外界通入大量空气而又不污染杂菌的培养技术，同时还要设法从大量培养液中拿出这种产量极低又必须较纯的青霉素。当时，一个令人振奋的场面出现了，研究者和生产者们齐心协力，共同攻关。他们花了 3 年的时间于 1942 年正式实现了青霉素的工业化生产。这一惊人的成就挽救了成千上万人的生命，也激起了科学家、企业家探索新抗生素的欲望。两年后，世界上第二个抗生素链霉素诞生了。

这时，发酵工程已从以前的厌氧发酵为主的工艺跃入深层通气发酵为主的工艺。同时还形成了一整套工程技术手段。例如：大量灭菌空气的制备技术；中间无菌取样技术；大罐无菌操作和管理技术；产品分离提纯技术；设备的设计技术等等。这确实是生物工程史上的一次划时代的飞跃。

青霉素投产后的 30 年中，深层培养技术没有大的突破，只是到了 20 世纪 60 年代的最后一年，日本田道制药公司的千铎一郎博士成功地将固定化氨基酰化酶用于 DL—氨基酸的光学拆分上，实现了酶连续反应的工业化。这是固定化酶工业应用的开端，也是这一阶段生物工程的又一个突破成就。它使 60 年代初兴起的酶工程向前迈进了一大步，为了表彰他的功绩，国际工程基金会于 1983 年 9 月授予他酶工程奖。

在这 30 年中，作为生物技术发展基础之一的分子生物学研究也有了惊人的发展。1953 年，沃森和克里克提出了 DNA 旋结构模型，这是当代生物学革命的标志。

与此同时，科学家们还发现细胞中的“质粒”是一种能在细菌染色体外进行自我繁殖的细胞质因子。可以这样评价，质粒的发现是当今基因操作的起点。随着新质粒的不断发现，质粒的分离提纯技术日趋完善，质粒作为外源基因的运载作用充分地显示出来。70 年代初又发现了 DNA 限制内切酶。这一切为生物技术新的飞跃奠定了基础。

三、基因重组技术的发明——生物技术的第二次飞跃

1973 年，美国斯坦福大学的科恩和加利福尼亚大学的博耶等人利用内切酶和连接酶将两个不同的质粒进行剪切和拼接，获得了一个重组体，即杂合质粒。然后，将这种质粒转入大肠杆菌细胞中进行复制，显示了双亲的遗传特征，从而成了基因重组成功的先驱。

1975 年，英国的米尔斯坦使 1957 年日本的冈田善雄博士发现的细胞融合现象在沉睡了 18 年后获得了新生，即使用淋巴细胞和癌细胞融合形成杂交瘤，产生单克隆抗体。在此之后短短的几年中，一个以基因工程为核心的新生物技术浪潮席卷了整个世界。各种基因产品如人胰岛素、生长激素、疫苗、干扰素和各类细胞生长因子与调节因子等不断出现，已陆续投放市场。其意义远比抗生素的发现和运用更为深远。生物技术的应用领域相当广泛，它将推动一系列新产业群的发展，而且这些产业所需投资较少，产值却非常高。其实，它的最大用武之地是在农业领域。使用细胞融合和基因重组等技术，可以组建出不受气候条件限制和抗病虫害的优质高产农作物品种，从而极大地提高农作物的劳动生产率。农业终究有一天要成为“粮食工业”，从地球上消灭“饥饿”现象的日子也许会到来。

第三节 生物技术的优越性

生物技术自问世以来就向世人展示它可以多方面应用并可以发展成相应的产业，因而很快受到农业界、医药卫生界、化学与食品工业界以及环境保护界等各行各业的极大兴趣和高度重视，原因是生物技术具有以下优越性。

一、不可取代性

生物技术能完成一般常规技术所不能完成的任务，能生产出其他方法所无法生产或难以生产的产品。

例如：某种植物的品种改良一般采用的是杂交育种，目的在于提高产量、增加抵抗力等，但是常规的杂交育种一般只限于物种内部，如小麦与小麦。最多只能扩展到亲缘关系较近的种属，因为常规改良育种，能重组到良种基因中的资源是受到限制的，但是，用基因工程改良品种，基因资源的来源就可能不受这种限制，如将细菌中的一种毒素转入烟草和马铃薯中，则这种烟草和马铃薯就不会受害虫的危害。又如西红柿去掉腐烂基因，常温几周不坏，把牛或猪的生长激素基因转移给鱼，使鱼的生长、发育加快，体重迅速增长。把人的血红蛋白的基因转移到猪的体内，则使猪可以生产人的血红蛋白，分离这种血红蛋白可以作为人血液的替代物等等。而在医药行业，像这样的例子就更多，很多人体内的生长代谢必需的物质由于其含量极微，是很难通过分离、提取或合成的方式生产的，如生长激素释放抑制因子，这是一种人脑激素，它的正常作用是抑制生长激素不合时宜地分泌，所以是一种很有用的药物。有一种病叫作“肢端肥大症”，患者脸形增大、面貌粗陋、手足厚大，生长激素释放抑制因子就是治疗肢端肥大症的特效药。可是要得到生长激素释放抑制因子相当不容易。人类第一次分离得到它是在 1793 年，经过了 21 次的努力，用了 50 万个羊脑，得到 5mg 样品，后来也用化学法合成，但是 5mg 价格仍在 300 多美元。基因工程方法成功以后，7.5L 大肠杆菌发酵就可得 5mg，成本仅几十美分，类似这样的例子十分多。

二、快速、精确

用生物技术生产的试剂盒可以快速、精确地对人类和动物、植物疾病进行有效的早期诊断，这对疾病的预防和及时治疗十分重要（尤其是遗传病、病毒引起的疾病和癌症等严重影响人类健康的疾病），例如用单克隆抗体检查妇女妊娠比用血清法检查进一步提高了灵敏度，使妇女能在怀孕后 8 天即得知，准确率可达 100%，无疑这一方面对计划生育是非常有用的，这种妊娠检查可以避免在不知妊娠的情况下服用对胎儿有害的许多药物，从而保证了胎儿的早期健康发育，对实现优生优育也具有特别重要的意义。

三、低耗、高效

用生物技术对化学工业和制药工业进行技术改造具有能耗低、效率高和不依赖特定原料等优点，例如用生物催化剂“酶”催化化学反应，不像用化学催化剂那样需要高温、高压和强酸碱等苛刻条件，这样就大大降低了能耗的成本，通过生物技术降低成本和能耗的例子很多，比如从猪的垂体中提取生长激素。如果使用经典方法，提取 1.5g 的生长素需要大约

4000 头猪的垂体，而 1.5g 生长素仅能满足一头猪的需要。如果采用生物技术，1983 年已可从每升细菌培养液中提取 1.5g 生长素。4000 头猪和 1L 培养液的投资额的相差是巨大的。

又如：治疗侏儒病的人生长激素，过去只能从死人的脑垂体提取，一个侏儒患者每年所需的用药量大约要从 50 个死人的脑垂体中提取，价格十分昂贵且来源十分困难，而用基因工程生产人生长激素价格只有提取的 1/4，更为关键的是不需要依赖死人脑这样紧缺的原料来源。

四、副产物少、副作用小、安全性好

众所周知，制药行业（特别是化学合成药）也是一种高污染产业，废气、废水、废渣和一些副产物有时都有毒性。又如疫苗的生产，常规方法就是用血液，这不仅成本高，同时也有可能带来病毒感染的危险性。事实上，在国内外已经出现了很多这方面感染的例子，而通过生物技术，用大肠杆菌来生产这些药物，如乙肝疫苗、凝血因子等，就大大改进了使用这些药物的安全性。

由于生物技术新产品、新工艺的上述优越性，许多国家特别是发达国家都竞相开展生物技术的研究和发 展生物技术产业。特别是一些著名的跨国公司，如美国的杜邦、孟山都；英国的帝国化学公司；日本的三井、三菱、住友、武田制药、味之素；德国的拜耳；荷兰的壳牌化学公司；瑞士的巴西—嘉基等。目前，国际上能够排得上名次的生物技术公司已达数千家。我国 1987 年开始实施的《高新技术研究发展计划纲要》（863 计划）中，生物技术被列为 7 大领域的重点之一。但是也有几点需要明确的是，生物技术也像其他高技术一样是一种知识密集型技术，需要高强度，一次性财力、人力和物力的投入，这对我国的许多企业来说还是有较大困难的，必须引起足够的重视。

第四节 生物技术在各个领域的应用

一、生物技术与农业

（一）生物技术与种植业

1. 生物技术在品种改良中的应用

常规育种工作在改善品种和增强抗逆性等品种改良方面已经作出了很大的贡献，但育种周期长，工作量大，特别是存在提高产量、改善品质和增强抗逆性难以兼得等问题，而生物技术在这方面已经取得了举世瞩目的成功，展现出了非常诱人的前景。

（1）细胞技术

细胞技术应用于植物育种工作的理论基础是植物细胞的“全能性”。所谓“全能性”即把植物体的某个器官，甚至是单个细胞分离出来后单独培养都分化再生出完整植株，而且在植物细胞培养中发生变异的频率要比植物自然生长中发生变异的频率高上万倍，因而获得有用变异的机会也就大得多。

这项技术与传统育种技术相比还具有利用空间小、育种周期短的优点；与基因技术相比又显示出设备简单、耗资低廉和操作方便等优点。

我国的作物育种细胞技术一直处于世界先进行列，在生产上已取得明显效益的有以下几