

ShengWu 高职高专
生物技术类专业系列规划教材

现代生物技术概论

主 编 郑爱泉

XIANDAI SHENGWU JISHU GAILUN



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

高职高专生物技术类专业系列规划教材

现代生物技术概论

主 编 郑爱泉
副主编 杨振华 刘全永
参 编 张伟彬 姚爱华

重庆大学出版社



内容提要

本书内容丰富、新颖、文字流畅,全面介绍了现代生物技术的概念、原理、研究方法、发展方向及其应用领域,内容涉及基因工程、细胞工程、发酵工程、酶工程、蛋白质工程以及生物技术 in 农业、食品、医药、能源、环境保护等领域中的应用,同时还概要介绍了对生物技术发明创新的保护以及生物技术的安全性等。全书共分 10 章,每章后附有摘要、复习思考题及参考文献。

本书可作为高职院校非生物类专业学生素质教育的教材,也可作为综合性院校、师范、农林、医药院校有关专业专科生和教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代生物技术概论/郑爱泉主编. —重庆:重庆大学出版社,
2016. 8

高职高专生物技术类专业系列规划教材
ISBN 978-7-5624-9817-9

I. ①郑… II. ①郑… III. ①生物工程—高等职业教
育—教材 IV. ①Q81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 116328 号

现代生物技术概论

主 编 郑爱泉

副主编 杨振华 刘全永

策划编辑:袁文华

责任编辑:李定群 兰明娟 版式设计:袁文华

责任校对:张红梅 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆市国丰印务有限责任公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:15.25 字数:362 千

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5624-9817-9 定价:32.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

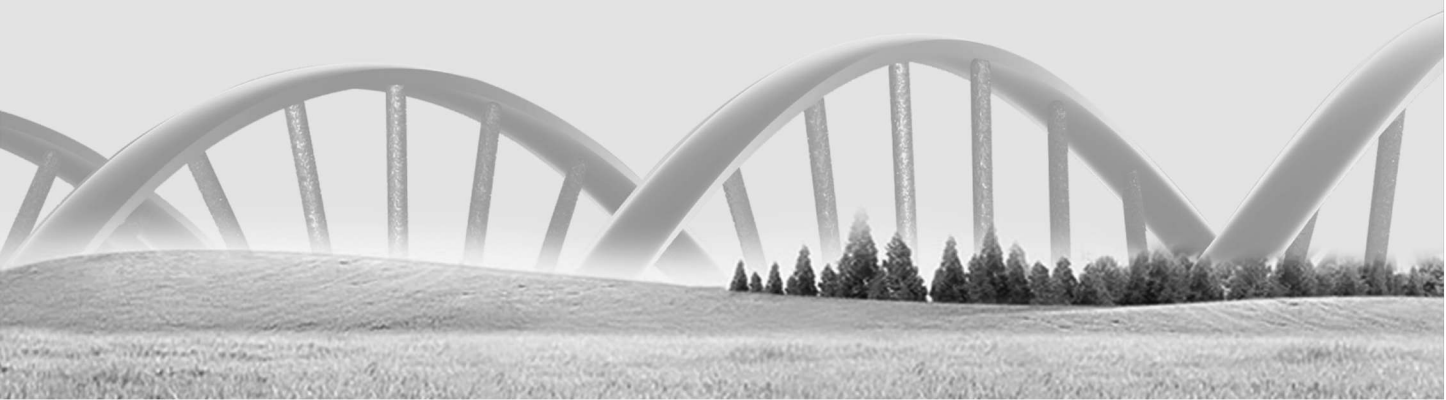
高职高专生物技术类专业系列规划教材

※ 编委会 ※

(排名不分先后,以姓氏拼音为序)

总 主 编 王德芝

编委会委员	陈春叶	池永红	迟全勃	党占平	段鸿斌
	范洪琼	范文斌	辜义洪	郭立达	郭振升
	黄蓓蓓	李春民	梁宗余	马长路	秦静远
	沈泽智	王家东	王伟青	吴亚丽	肖海屹
	谢必武	谢 昕	袁 亮	张俊霞	张 明
	张媛媛	郑爱泉	周济铭	朱晓立	左伟勇



高职高专生物技术类专业系列规划教材

※ 参加编写单位 ※

(排名不分先后,以单位首字母拼音为序)

北京农业职业学院

重庆三峡医药高等专科学校

重庆三峡职业学院

甘肃酒泉职业技术学院

甘肃林业职业技术学院

广东轻工职业技术学院

河北工业职业技术学院

河南漯河职业技术学院

河南三门峡职业技术学院

河南商丘职业技术学院

河南信阳农林学院

河南许昌职业技术学院

河南职业技术学院

黑龙江民族职业学院

湖北荆楚理工学院

湖北生态工程职业技术学院

湖北生物科技职业学院

江苏农牧科技职业学院

江西生物科技职业学院

辽宁经济职业技术学院

内蒙古包头轻工职业技术学院

内蒙古大学鄂尔多斯学院

内蒙古呼和浩特职业学院

内蒙古医科大学

山东潍坊职业学院

陕西杨凌职业技术学院

四川宜宾职业技术学院

四川中医药高等专科学校

云南农业职业技术学院

云南热带作物职业学院



总 序



大家都知道,人类社会已经进入了知识经济的时代。在这样一个时代中,知识和技术比以往任何时候都扮演着更加重要的角色,发挥着前所未有的作用。在产品(与服务)的研发、生产、流通、分配等任何一个环节,知识和技术都居于中心位置。

那么,在知识经济时代,生物技术前景如何呢?

有人断言,知识经济时代以如下六大类高新技术为代表和支撑,它们分别是电子信息、生物技术、新材料、新能源、海洋技术、航空航天技术。是的,生物技术正是当今六大高新技术之一,而且地位非常“显赫”。

目前,生物技术广泛地应用于医药和农业,同时在环保、食品、化工、能源等行业也有着广阔的应用前景,世界各国无不非常重视生物技术及生物产业。有人甚至认为,生物技术的发展将为人类带来“第四次产业革命”;下一个或者下一批“比尔·盖茨”们,一定会出在生物产业中。

在我国,生物技术和生物产业发展异常迅速,“十一五”期间(2006—2010年)全国生物产业年产值从6 000亿元增加到16 000亿元,年均增速达21.6%,增长速度几乎是我国同期GDP增长速度的2倍。到2015年,生物产业产值将超过4万亿元。

毫不夸张地讲,生物技术和生物产业正如一台强劲的发动机,引领着经济发展和社会进步。生物技术与生物产业的发展,需要大量掌握生物技术的人才。因此,生物学科已经成为我国相关院校大学生学习的重要课程,也是从事生物技术研究、产业产品开发人员应该掌握的重要知识之一。

培养优秀人才离不开优秀教师,培养优秀人才离不开优秀教材,各个院校都无比重视师资队伍和教材建设。多年的生物学科经过发展,已经形成了自身比较完善的体系。现已出版的生物系列教材品种也较为丰富,基本满足了各层次各类型的教学需求。然而,客观上也存在一些不容忽视的不足,如现有教材可选范围窄,有些教材质量参差不齐、针对性不强、缺少行业岗位必需的知识技能等,尤其是目前生物技术及其产业发展迅速,应用广泛,知识更新快,新成果、新专利急剧涌现,教材作为新知识、新技术的载体应与时俱进,及时更新,才能满足行业发展和企业用人提出的现实需求。

正是在这种时代及产业背景下,为深入贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《教育部 农业部 国家林业局关于推动高等农林教育综合改革的若干意见》(教高[2013]9号)等有关指示精神,重庆大学出版社结合高职高专的发展及专业教学基本要求,组织全国各地的几十所高职院校,联合编写了这套“高职高专生物技术类专

业系列规划教材”。

从“立意”上讲,本套教材力求定位准确、涵盖广阔,编写取材精炼、深度适宜、分量适中、案例应用恰当丰富,以满足教师的科研创新、教育教学改革和专业发展的需求;注重图文并茂,深入浅出,以满足学生就业创业的能力需求;教材内容力争融入行业发展,对接工作岗位,以满足服务产业的需求。

编写一套系列教材,涉及教材种类的规划与布局、课程之间的衔接与协调、每门课程中的内容取舍、不同章节的分工与整合……其中的繁杂与辛苦,实在是“不足为外人道”。

正是这种繁杂与辛苦,凝聚着所有编者为本套教材付出的辛勤劳动、智慧、创新和创意。教材编写团队成员遍布全国各地,结构合理、实力较强,在本学科专业领域具有较深厚的学术造诣及丰富的教学和生产实践经验。

希望本套教材能体现出时代气息及产业现状,成为一套将新理念、新成果、新技术融入其中的精品教材,让教师使用时得心应手,学生使用时明理解惑,为培养生物技术的专业人才,促进生物技术产业发展作出自己的贡献。

是为序。

全国生物技术职业教育教学指导委员会委员 王德芝
高职高专生物技术类专业系列规划教材总主编

2014年5月





前言

现代生物技术是 20 世纪 70 年代末 80 年代初以现代生物研究成果为基础,以基因工程为核心发展起来的一门新兴学科。现已成为解决人类面临的人口、资源、能源、食物和环境五大危机的主要途径之一。现代生物技术被世界各国视为一种高新技术,成为 21 世纪高新技术革命的核心内容。当前,生命科学发展迅速,应用广泛,知识更新快,新成果、新专利急剧涌现,教材作为新知识、新技术的载体,应与时俱进、及时更新,才能满足学生了解生物技术的发展动向与前沿的需求。现已出版的生物技术概论类教材大多是本科层次的教学教材,在专业技能和专业知识方面针对性不强,很难满足高职层次学生的学习需要。因此,我们组织编写了本书,以满足高职高专层次的学生对了解和掌握当前生物技术领域的相关需求。

本书在内容上共划分为:现代生物技术的历史和发展背景;生物技术组成部分,包括基因工程、细胞工程、发酵工程、酶工程、蛋白质工程的各论;生物技术与农业;生物技术与工业;生物技术与环境保护;生物技术的安全性与社会伦理问题 10 章内容。第 1 章绪论,介绍了生物技术研究的主要内容、发展现状、取得的成绩及应用前景;第 2 章至第 6 章主要介绍基因工程、细胞工程、发酵工程、酶工程和蛋白质工程的发展、原理和应用实例;第 7 章至第 9 章介绍了生物技术与农业、工业和环境保护等的关系。第 10 章介绍了生物技术安全性与社会伦理问题。

本书力求突出实用性、简约性、先进性,在阐述基本概念和基本原理时,既用较少的篇幅阐明有关内容,又能涵盖教学大纲规定的所有知识,注重内容与实际相联系,覆盖生物技术各个应用领域,每个领域都有应用举例,突出高职教育的特点。书中每个章节都列出知识目标、技能目标和本章小结,并有一定数量的复习题,可供学生课外复习和自学使用。教师在教学中可根据实际教学方向、教学时数进行取舍。

本书由杨凌职业技术学院郑爱泉主编,由杨凌职业技术学院杨振华、商丘职业技术学院刘全永担任副主编,商丘职业技术学院张伟彬、杨凌职业技术学院姚爱华参与了编写。具体分工如下:第 1 章、第 3 章、第 6 章由张伟彬编写,第 2 章、第 5 章由郑爱泉编写,第 4 章、第 10 章由杨振华编写,第 7 章、第 9 章由刘全永编写,第 8 章由姚爱华编写,全书由郑爱泉和杨振华统稿,由杨振华校对。

本书在编写过程中得到了重庆大学出版社的大力帮助,在此表示感谢。并对应用内容来源的公开出版书籍作者和相关专业网站网页的制作者表示感谢!

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,欢迎读者批评指正,我们将万分感谢。

编 者
2016 年 4 月

目 录 CONTENTS

第1章 绪 论

1.1 生物技术研究的主要内容	(2)
1.2 生物技术的发展现状	(4)
1.3 生物技术取得的成绩	(6)
1.4 生物技术的应用前景	(8)
本章小结	(13)
复习思考题	(13)

第2章 基因工程

2.1 概述	(15)
2.2 工具酶和基因表达载体	(17)
2.3 目的基因克隆策略	(24)
2.4 聚合酶链式反应	(28)
2.5 DNA 重组技术	(35)
2.6 基因工程的发展趋势	(44)
本章小结	(45)
复习思考题	(46)

第3章 细胞工程

3.1 概述	(48)
3.2 植物细胞工程	(51)
3.3 动物细胞工程	(55)
3.4 微生物细胞工程	(60)
本章小结	(63)
复习思考题	(63)

第4章 发酵工程

4.1 概论	(65)
4.2 生物反应器及发酵系统	(70)
4.3 发酵工程工艺	(78)
4.4 发酵产物的获得	(90)
4.5 固态发酵	(93)
本章小结	(94)
复习思考题	(94)

第5章 酶工程

5.1 概述	(96)
5.2 酶的发酵生产	(102)
5.3 酶的提取与分离技术	(106)
5.4 酶分子修饰	(112)
5.5 酶的固定化	(114)
5.6 生物传感器	(117)
本章小结	(120)
复习思考题	(120)

第6章 蛋白质工程

6.1 概述	(122)
6.2 蛋白质工程的研究方法	(125)
6.3 蛋白质工程的应用	(129)
6.4 蛋白质组学	(132)
本章小结	(139)
复习思考题	(140)

第7章 生物技术与农业

7.1 农业植物生物技术	(142)
7.2 农业动物生物技术	(149)
7.3 农业微生物技术	(163)
本章小结	(166)
复习思考题	(166)

第8章 生物技术与工业

8.1 生物技术与食品	(168)
8.2 生物技术与制药	(188)
8.3 生物技术与能源	(198)
本章小结	(204)
复习思考题	(204)

第9章 生物技术与环境保护

9.1 环境问题——人类生存与发展面临的严峻挑战	(206)
9.2 环境污染检测与评价的生物技术	(207)
9.3 不同类型污染的生物处理技术	(209)
9.4 污染环境的生物修复	(215)
9.5 环境污染预防的生物技术	(218)
本章小结	(220)
复习思考题	(220)

第10章 生物技术安全性及社会伦理问题

10.1 生物技术的安全性	(222)
10.2 现代生物技术引发的伦理难题	(224)
10.3 动物克隆和人类克隆与伦理	(226)
本章小结	(230)
复习思考题	(230)
参考文献	(231)



第1章

绪 论



【知识目标】

- 了解生物技术涵盖的各项工程及相互关系；
- 了解生物技术的基本概念；
- 了解生物技术应用范畴及生物技术的基本发展史。



【技能目标】

- 理解生物技术的基本概念；
- 掌握生物技术的种类及其相互关系；
- 掌握传统生物技术与现代生物技术的区别。



1.1 生物技术研究的主要内容

1.1.1 生物技术的内涵

生物技术(Biotechnology),有时也被人们称为生物工程(Bioengineering),也有人将它称为生物工艺学,大都是为了强调这一领域源于生命科学与工程技术相结合。国际上,Biotechnology 远比 Bioengineering 应用更普遍,所以在我国,生物技术这个名称也就更为常用。生物技术作为当今世界潜力最大、影响最深、发展最快的一项高新技术,与电子信息技术、航天技术、新药源技术、新材料技术等被称作 21 世纪人类科学技术事业最伟大的成就。它是 21 世纪高新技术的核心,其产业是 21 世纪支柱产业。

关于生物技术的定义可谓是诸子百家,各有各的说法。有人认为应以发酵工程和酶工程作为生物技术的主体,也有人把生物技术定义为遗传工程。它作为一门应用学科还与很多基础学科,如微生物学、遗传学、分子生物学、细胞生物学、化学、生物化学、数学、物理学等有着密切的关系。它的形成与发展既依赖于化学工程学、电子学、材料科学、计算机科学和发酵工程学等学科的发展,又反映出基础学科研究的新成果,充分体现出工程学科所开拓出来的新技术、新工艺。

那么,到底什么是生物技术,究竟该如何定义。国内外的学者曾给过多种大同小异的解释,综合起来,可以这样理解:

广义上讲,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。

狭义上讲,生物技术是利用生物有机体(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。

1.1.2 生物技术的内容

生物技术所包含的内容,于不同国家、不同时期、不同学者,始终有着不同的看法和认识。在我国,1986 年国家科委在制定《中国生物技术政策纲要》时,经专家们的共同讨论认定,生物技术共包括基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程四个方面;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两个部分。在相关学会(如微生物学会、生物工程学会)中,均设有酶工程、基因工程、细胞工程、发酵工程和生化工程专业委员会,而目前还没有设立蛋白质工程专业委员会。

所以一般认为,生物技术根据其操作对象及操作技术的不同,主要包括基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程和生化工程五项工程技术。

1) 基因工程

基因工程又称基因拼接技术或 DNA 重组技术,是在分子水平上对基因进行操作的复杂

技术。它是用人为的方法将所需要的某一供体生物的遗传物质——DNA 大分子提取出来,在离体条件下用适当的工具酶进行切割后,把它与作为载体的 DNA 分子连接起来,然后与载体一起导入某一更易生长、繁殖的受体细胞中,以让外源物质在其中“安家落户”,进行正常的复制和表达,从而获得新物种的一种崭新技术。它克服了远缘杂交的不亲和障碍。主要涉及一切生物所共有的遗传物质——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

细胞工程是指以细胞为单位,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类的意愿发生改变,从而达到改良生物品种、创造新品种、加速繁育动植物个体或获得某种有用物质的技术。包括细胞、组织或者器官的离体培养、繁殖、再生、融合,以及细胞核、细胞质乃至染色体与细胞器的移植与改建等操作技术。采用细胞工程技术,避免了分离、提纯、剪切、拼接等基因操作,提高了基因的转移效率。

3) 酶工程

酶工程是利用生物体内酶所具有的特异催化功能或对酶进行修饰改造,并借助固定化技术,生物反应器和生物传感器等新技术、新装置,高效、优质地生产人类所需要的产品的一种技术。由于酶反应条件很温和,所以酶工程曾被人形容为“让工厂高效、安静、美丽如画的工程”。

4) 发酵工程

发酵工程是指利用某些微生物(包括工程微生物)或动植物细胞及其特定功能,通过发酵罐或生物反应器的自动化、高效化、大型化、功能多样化等众多现代工程技术手段生产各种特定的有用物质,或者是把微生物直接用于某些工业化生产的一种技术。由于发酵多与微生物相关,多是给微生物提供最适宜的发酵条件从而生产特定产品的工艺,所以又有微生物工程或微生物发酵工程之称。

5) 生化工程

生化工程是生物化学工程的简称,是指利用化学工程的原理和方法对实验室所取得的生物技术成果加以开发,使之成为生物反应过程的技术。

生物技术的五大工程虽然均可以以独立的完整技术自成体系,但是在大多数情况下,仍然是相互渗透、密切联系的。如若想按照自己的愿望改造物种,就要考虑采用基因工程或细胞工程的方法去进行。基因工程和细胞工程研究出的成果,再通过发酵工程和酶工程实现产业化。而生化工程则是上述各项技术产业化的下游关键技术。所以,常把基因工程和细胞工程看作生物工程的上游处理技术,把发酵工程、酶工程和生化工程看作生物工程的下游处理技术。五大工程也是彼此依赖的,如基因工程、细胞工程和发酵工程中所需要的酶,往往要通过酶工程来获得,而酶工程中酶的生产,一般要通过微生物发酵的方法来进行。再者,基因工程和细胞工程可以创造出形形色色具有特异功能甚或多种功能的“工程菌株”或“工程细胞株”,为酶工程或发酵工程生产出更多、更好的产品,为发挥出更大的经济效益提供基础。正是五大工程的相互协作,生物技术才形成了现在这样既深且广的影响与声势。

1.2 生物技术的发展现状

1.2.1 生物技术的发展史

生物技术的发展共经历了三个阶段。

1) 以制酒、食品、农业、畜牧业为主的作坊式传统生物技术

生物技术可以追溯到公元前的酿造技术。曾在石器时代后期,我国人民就开始利用谷物酿酒;公元前 221 年(周代后期),我国人民又开始制作酱油、醋和豆腐等。公元 10 世纪,我国已有预防天花的活疫苗。公元前 6000 年,苏美尔人和巴比伦人开始进行啤酒酿造。公元前 4000 年,埃及人开始制作面包。这种原始的生物技术一直持续了 4 000 多年,直到 19 世纪法国科学家巴斯德首先证实发酵是由微生物引起的,从而揭示了发酵原理,并首先建立了微生物的纯种培养技术,为发酵技术的发展提供了理论基础,发酵技术也从此纳入了科学轨道。所以巴斯德被人们公认为生物工程学的开拓者。

传统生物技术发展集中在 20 世纪 30 年代前,主要通过微生物初级发酵来生产食品,以发酵产品为主干的工业微生物技术体系,仅停留在化学工程技术和微生物工程技术领域,广泛应用的有乳酸、面包酵母、酒精和蛋白酶等。

2) 以抗生素为代表,发酵工程为主要技术的工业化生物技术

继巴斯德建立了微生物的纯种培养技术之后,1872 年维尔赫尔特新开发了霉菌的纯种培养技术,并于 1878 年又发明了啤酒酵母的纯种培养技术。就这样,酿造工业的管理技术进入了近代化行列。20 世纪初,人们发现了某些梭菌能发酵生产丙酮、丁醇等,而丙酮一直是制造炸药的原料。随着第一次世界大战爆发,一些服务于战争的弹药制造商振兴了丙酮、丁醇制造工业,利用微生物发酵生产丙酮和丁醇的工艺达到了顶峰。战争结束后,丁醇又作为汽车工业中硝基纤维涂料的快干剂而被大量使用,至今经久不衰。

1929 年,英国科学家弗莱明在污染了青霉的细菌培养平板上观察到:在霉菌菌落的周围有一个细菌抑制圈,所以,弗莱明就把这个能抑制细菌生长的霉菌分泌物叫青霉素。同时,他用粗制品也证实了这种物质对许多革兰氏阳性细菌很有效。随后在美国开始了青霉素的试制任务。科学家们花了 3 年时间于 1942 年正式实现了青霉素的工业化生产。这一成就挽救了成千上万人的生命,也激发了科学家、企业家探索新抗生素的欲望。两年后,世界上第二种抗生素——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。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。

随后的 30 年中,深层培养技术没有大的突破,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。

与此同时,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螺旋结构模型,这是当代生物学革命的标志。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。20世纪70年代初又发现了DNA限制性内切酶。这一切为生物技术新的飞跃奠定了基础。

3) 以基因工程为源头,以基因工程及基因组工程为主导的现代生物技术

1973年,美国斯坦福大学的科恩和加利福尼亚大学的博耶等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应用更为深远。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,从而极大地提高了劳动生产率。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。

1.2.2 生物技术的发展现状

生物技术是近20年来发展最为迅猛的高新技术,越来越广泛地应用于农业、医药、轻工食品、海洋开发、环境保护及可再生生物质能源等诸多领域,具有知识经济和循环经济特征,对提升传统产业技术水平和可持续发展能力具有重要影响。近10年来,生物技术获得突破性发展,生物技术产业产值以每3年增长5倍的速度递增,以生物技术为重点的第四次产业革命正在兴起,预计到2020年,全球生物技术市场将达到30 000亿美元。在发达国家,生物技术已成为新的经济增长点,其增长速度是每年25%~30%,是整个经济增长平均数的8~10倍。

在生物技术制药领域,包括基因工程药物、基因工程疫苗、医用诊断试剂、活性蛋白与多肽、微生物次生代谢产物、药用动植物细胞工程产品以及现代生物技术生产的生物保健品等研究成果迅速转化为生产力,其中与基因相关的产业发展最强劲。

全球医药生物技术产品占生物技术产品市场的70%以上,占药物市场的9%左右,以高于全球经济增长5%的速度快速发展,仅单克隆抗体市场销售额就达40亿美元。

农业生物技术产业已经成为各国政府未来农业发展的战略重点,应用基因工程、细胞工程等高新技术培育的农林牧渔新品种、兽用疫苗、新型作物生长调节剂及病虫害防治产品、高效生物饲料及添加剂等已推广运用,产生了巨大的经济效益。1996年,全球转基因作物才170多万公顷,以后逐年直线上升,1996—2015年的20年间,全球转基因作物累计种植面积达到空前的20亿公顷,相当于中国内地总面积(9.56亿公顷)或美国总面积(9.37亿公顷)的2倍还多。这累计的20亿公顷包括10亿公顷转基因大豆、6亿公顷转基因玉米、3亿公顷转

基因棉花和 1 亿公顷转基因油菜。20 年间,农民获益超过 1 500 亿美元。到 2015 年,全球转基因作物种植面积已达 1.797 亿公顷。

食品生物技术产业产值约占生物产业总产值的 15% ~ 20%,目前国际市场上以生物工程为基础的食品工业产值已达 2 500 亿美元左右,其中转基因食品市场的销售额 2010 年将达到 250 亿美元。此外,保健食品行业是全球性的朝阳产业,市场增长迅速。

环境生物技术是生物技术、工程学、环境学和生态学交叉渗透形成的新兴边缘学科,是 21 世纪国际生物技术的一大热点。环境生物技术兼有基础科学和应用科学的特点,在环境污染治理与修复、自然资源可持续再生等方面发挥着日益重要的作用。

能源生物技术的主要目标是利用生物质能源。生物质能一直是人类赖以生存的重要能源,是仅次于煤炭、石油和天然气而居世界能源消费总量第四位的能源。目前,全球储量有上亿吨,相当于 640 亿 t 石油。许多国家都制订了相应的开发研究计划,如美国的能源农场、印度的绿色能源工程、日本的阳光计划和巴西的酒精能源计划等,主要是开发生物柴油和生物乙醇汽油。尽管生物质液化燃料开发还处于初级阶段,市场份额还不太大,但由于其有环保和再生性的特点,前景非常广阔。

1.3 生物技术取得的成绩

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。

我国政府一直把生物技术作为重点支持的战略高技术领域,提出了“加强源头创新,重视集成应用,促进成果转化,大力推进产业,确保生物安全,实现跨越发展”的基本方针。在此方针指导下,我国出台了一系列优惠政策,在税收、金融、人才引进、进出口等方面对生物技术企业给予全面支持,在北京、上海、广州、深圳等地建立了 20 多个生物技术园区,培育了一批生物技术企业,建立了国家、部门和地方政府的生物技术重点实验室近 200 个,安排了专项资金立项研究。生物技术领域已完成了从跟踪仿制到自主创新,从实验室探索到产业化,从单项技术突破到整体协调发展的转变。在 2000—2004 年间,现代生物技术产业年均增长 30%,仅 2004 年现代生物技术产业实现产值 470 亿元,增加值 120 亿元。

医药生物技术是我国生物技术研究开发的重点,经过 10 多年的努力,我国生物技术药物研究和开发取得了突破性进展。从 1993 年第一个基因工程药物批准生产以来,已有干扰素