



研究生教学用书出版基金资助

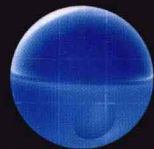
环境生物技术原理与应用

HUANJINGSHENGWUJISHUYUANLIYUYINGYONG

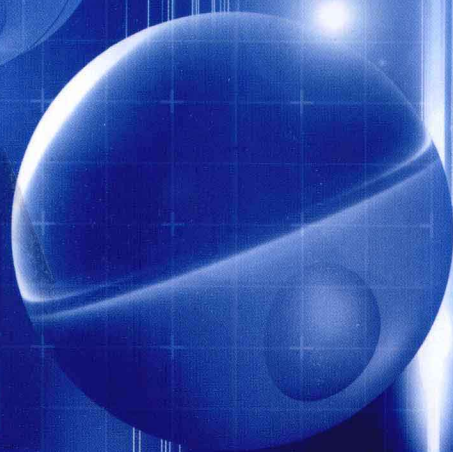
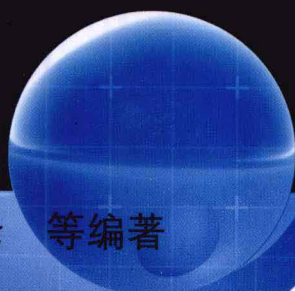
高等学校“十一五”规划教材



市政与环境工程系列研究生教材



杨传平 姜颖 郑国香 李永峰 等编著
任南琪 邸雪影 主审



哈尔滨工业大学出版社

环境生物技术原理与应用

杨传平 姜颖 郑国香 李永峰 等编著
任南琪 邸雪影 主审

哈尔滨工业大学出版社

内容提要

本书共分5篇,20章。第一篇介绍了环境生物技术在水和固体废物处理中的应用,包括处理方法、原理及处理工艺;第二篇是关于生物技术在生态保护与恢复方面的应用;第三篇介绍了如何利用生物技术治理环境、预防污染;第四篇从能源角度,重点介绍了利用生物技术制取氢、醇和烷,以及生物燃料电池的原理、反应器构造和发展前景;第五篇是生物技术在环境资源上的利用,主要以微生物为主,讲解了利用资源的方法和途径。

本书内容丰富,通过图文清楚的讲解了生物技术的基础理论、各领域的应用方法、技术原理以及工艺流程,较全面地涵盖了环境生物技术的相关内容,适宜作为环境科学与工程、生物科学与工程、化学和农学等相关专业的高年级本科生的教材与教学参考书,也适合作为研究生及博士生的研究资料。

图书在版编目(CIP)数据

环境生物技术原理与应用/杨传平,姜颖,郑国香,李永峰等编著. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2010.4
(市政与环境工程系列丛书)
ISBN 978-7-5603-3007-5

I. ①环… II. ①杨… ②姜… ③郑… ④李… III. ①环境生物学
IV. ①X17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 073064 号

策划编辑 贾学斌
责任编辑 张 瑞
封面设计 卞秉利
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006
传 真 0451 - 86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 黑龙江省委党校印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16 印张 19.25 字数 456 千字
版 次 2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978 - 7 - 5603 - 3007 - 5
定 价 42.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

生物技术以其投资少、产值高、周期短、见效快;利用自然界的再生能源,细菌可以无限大量繁殖;经基因工程改造的新生物品种、菌种有相对的遗传稳定性,可以连续、长期利用它来创造财富;一般无环境污染等优点,受到各领域的重视。

随着社会的进步和经济的发展,环境污染和环境问题也逐渐成为了当代人类关注的全球性问题。而生物技术为解决环境问题提供了诸多行之有效的方法。它在解决环境问题时不会造成二次污染,有的生物技术还能同时产生能源,是人类实现可持续发展的重要手段。为了能让学生全面的了解环境生物技术,掌握生物技术的知识和方法,我们编写了《环境生物技术原理与应用》。

此教程从污染控制和预防、资源利用等方面介绍了环境生物技术,较全面地涵盖了生物技术对环境方面的应用内容,适合作为高年级本科生的教学用书,研究生及博士生的研究资料,以及从事环境相关工作人员的参考书。

本书共分5篇,20章。第1章绪论由杨传平、姜颖、李永峰编写;第2章污水的生物处理由回永铭、吴德东、程国玲编写;第3章固废物的生物处理由李永峰、陈红、回永铭编写;第4章大气污染物的生物处理技术由潘欣语、姜颖、林永波编写;第5章绿色植物的光合作用与大气改良由陈红、杨传平、刘琨编写;第6章生态工程技术由焦安英、吴德东、韩松编写;第7章环境污染生物修复技术由刘琨、郑国香、程国玲编写;第8章恢复生态科学与技术由李永峰、郭子瑞、孙艺编写;第9章生物脱硫技术由李永峰、孙艺、王璐、郑国香编写;第10章生物冶金技术由孙艺、姜颖、林永波编写;第11章生物化工技术由焦安英、郭子瑞、韩松编写;第12章环境生物监测与评价由李永峰、姜颖、戚成岩编写;第13章生物制氢由李永峰、王璐编写;第14章生物制烷由郭子瑞、舒展编写;第15章生物制醇由王璐、刘晓焯、舒展编写;第16章生物燃料电池由姜颖、李永峰、戚成岩编写;第17章微生物农药由李永峰、王秋娟、刘琨、回永铭编写;第18章微生物肥料李永峰、潘欣语、刘晓焯编写;第19章微生物饲料由李永峰、姜颖、潘欣语编写;第20章微生物化工产品及制剂由王秋娟、刘晓焯、潘欣语编写。本书由杨传平、姜颖、

郑国香、李永峰任主编,潘欣语、焦安英、程国玲任副主编并统稿,任南琪、邱雪影主审本书。

本书的出版得到东北林业大学研究精品课程建设项目的资助和上海工程技术大学主持的上海市科委重点科技攻关项目(071605122)的支持,在此特别致谢!

由于编者水平有限,本书难免存在疏漏和不足,真诚希望有关专家及读者指正。

编者

2010年1月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 生物技术概论	1
1.2 环境生物技术	8
第一篇 点源污染控制生物技术	11
第 2 章 污水的生物处理	13
2.1 活性污泥法	13
2.2 氧化沟	16
2.3 生物转盘法	17
2.4 生物滤池	18
2.5 吸附 - 生物降解工艺(AB 法)	21
2.6 序批式间歇活性污泥法(SBR 法)	23
2.7 生物接触氧化法	25
2.8 生物流化床	27
2.9 升流式厌氧污泥床反应器(UASB 法)	29
2.10 厌氧消化池	30
2.11 厌氧生物滤池	33
2.12 A/O 生物工艺	34
2.13 稳定塘与湿地处理	35
第 3 章 固体废物的生物处理	41
3.1 固体废物的厌氧消化处理	41
3.2 固体废物的好氧堆肥处理	46
3.3 固体废物的微生物浸出	52
第 4 章 大气污染物的生物处理技术	58
4.1 废气生物处理的原理	58
4.2 废气生物处理的方法	59
4.3 废气生物处理的工艺	59
4.4 有机废气的生物处理	62
4.5 含硫恶臭污染物的生物处理	63
4.6 CO ₂ 的生物处理	64

4.7 NO _x 的生物处理	66
4.8 有机废气的生物处理	68
第二篇 面源污染控制生物技术	69
第 5 章 绿色植物的光合作用与大气改良	71
5.1 概述	71
5.2 光合作用的机理与过程	73
5.3 影响光合作用的因素	79
5.4 提高光能利用率的途径	81
5.5 绿色植物与大气改良	82
第 6 章 生态工程技术	86
6.1 概述	87
6.2 生态工程污水处理技术	89
第 7 章 环境污染生物修复技术	95
7.1 概述	95
7.2 生物修复的基本内容与原理	95
7.3 生物修复的优缺点	96
7.4 生物修复的主要方法	97
7.5 影响生物修复的环境因素	98
7.6 生物修复三原则	99
7.7 生物修复和生物处理的异同	100
7.8 生物修复技术的应用	100
7.9 生物修复技术进展	105
第 8 章 恢复生态科学与技术	107
8.1 恢复生态学的定义	107
8.2 恢复生态学的形成与发展	108
8.3 恢复生态学的基本内容	110
8.4 生态恢复的技术背景	111
第三篇 污染预防生物技术	125
第 9 章 生物脱硫技术	127
9.1 煤的生物脱硫	127
9.2 脱硫方法及其比较	130
9.3 煤炭脱硫微生物	131
9.4 微生物脱硫的机理	132
9.5 有机硫的脱除	133

9.6 微生物浸出脱硫法	134
9.7 微生物助浮脱硫	135
9.8 微生物脱有机硫的研究	137
9.9 微生物脱硫技术的应用状况	137
9.10 存在的问题及发展动向	138
第 10 章 生物冶金技术	140
10.1 湿法冶金所用微生物	142
10.2 浸矿微生物的开发	143
10.3 微生物浸矿的影响因素	146
10.4 微生物浸矿工艺	148
10.5 微生物浸矿原理	149
10.6 影响微生物浸出的主要因素	151
第 11 章 生物化工技术	154
11.1 概述	154
11.2 生物催化与酶工程	155
11.3 生物化工产品	163
第 12 章 环境生物监测与评价	165
12.1 概述	165
12.2 环境污染的生物监测与评价	167
12.3 生物传感器	179
12.4 生态系统和环境遥感	180
第四篇 环境能源利用生物技术	183
第 13 章 生物制氢	185
13.1 概述	185
13.2 制氢技术	185
13.3 生物制氢技术研究进展	187
13.4 生物制氢微生物	189
13.5 生物制氢机理	190
13.6 生物制氢反应器及其研究进展	195
13.7 生物制氢现存的问题	197
13.8 氢气的应用前景	197
第 14 章 生物制烷	199
14.1 甲烷化厌氧处理的用途	199
14.2 反应器结构	200

14.3 过程化学和微生物学	205
14.4 过程动力学	211
14.5 厌氧污泥消化池设计中的特殊因素	216
第 15 章 生物制醇	219
15.1 生物燃料乙醇及其特点	219
15.2 纤维质原料制备生物燃料乙醇技术	220
15.3 生物丁醇制备技术	228
第 16 章 生物燃料电池	233
16.1 概述	233
16.2 微生物燃料电池	235
16.3 酶生物燃料电池	241
16.4 生物燃料电池的应用与前景	243
第五篇 环境资源利用生物技术	247
第 17 章 微生物农药	249
17.1 微生物农药简介	249
17.2 微生物农药的种类	250
17.3 微生物农药的发展前景	258
第 18 章 微生物肥料	260
18.1 微生物肥料的定义及作用	260
18.2 微生物肥料的作用机理	262
18.3 微生物肥料及施用技术	265
18.4 微生物肥料的应用前景	270
第 19 章 微生物饲料	272
19.1 单细胞蛋白和菌体蛋白饲料	272
19.2 秸秆饲料	276
第 20 章 微生物化工产品及其制剂	287
20.1 微生物制剂	287
20.2 农用生物化工产品	292
20.3 有机酸产品	296
参考文献	298

第1章 绪论

1.1 生物技术概论

1.1.1 生物技术的定义

生物技术(bio-technology 或 bio-techniques)最初是在 1917 年由匈牙利工程师 Karl Ereky 提出的,他是受以甜菜作为饲料养猪这一过程的启发而提出了生物技术这一概念的,是指利用生物将原材料转化为产品。

1982 年,国际合作及发展组织对生物技术这一名词的含义进行了定义:生物技术是应用自然科学及工程学的原理,依靠微生物、动物、植物体作为反应器将物料进行加工以提供产品为社会服务的技术,这一过程亦称为生物反应过程(bio-process)。

美国政府技术顾问委员会(OAT)的定义是:应用生物或来自生物体的物质制造或改进一种商品的技术,还包括改良有重要经济价值的植物与动物,以及利用微生物改良环境的技术。

1986 年中国《高技术研究发展计划纲要》中,将生物技术与信息技术、航天技术、激光技术、新能源技术、新材料技术、自动化技术一起被列在我国重要发展的高新技术的首位。随着研究的深入和技术的发展,生物技术被定义为:以生命科学为基础,利用生物(或生物组织、细胞及其他组成部分)的特性和功能,设计、构建具有预期性能的新物质或新品系,以及与工程原理相结合,加工生产产品或提供服务的综合性技术。

1.1.2 生物技术的发展

生物技术的发展可以划分为两个不同的阶段:传统生物技术和现代生物技术。传统生物技术的技术特征是微生物发酵技术;现代生物技术的技术特征就是以基因工程为首要标志。

1.1.2.1 传统生物技术

19 世纪 60 年代,法国科学家巴斯德(L. Pasteur, 1822—1895)首先证实发酵是由微生物引起的,并建立了微生物纯培养技术,从而为发酵技术的发展提供了理论基础,使发酵技术纳入了新的科学轨道。20 世纪 20 年代,工业中开始采用大规模的纯种培养技术发酵化工原料。20 世纪 50 年代,在青霉素发酵的带动下,酶制剂大量涌现,在医疗、食品、化工、制革、农产品加工等领域或部门大量结合应用发酵技术与酶技术。至 20 世纪 60 年代,发酵工业产生了相当辉煌的成就,被誉为“第一次绿色革命”。虽然上述生物技术已形成完备的学科体系并在不断的发展中,但是不具有生物技术高技术的特点,常被称为传统生物技术。即:传统生物技术是通过微生物的初期发酵来生产商品,微生物发酵生产分为上游处理、发

酵和转化、下游处理等三个过程。

①上游处理过程:对粗材料加工,作为微生物的营养和能量来源。

②发酵和转化:发酵指的是目的微生物的大量生长,转化指的是微生物生理特性的改变。发酵过程必须在一个大的生物反应器内进行,反应器容积通常大于 100 L,可以连续生产某一目的产物,比如抗生素、氨基酸或蛋白质等。

③下游处理过程:即目的产物的纯化过程。

传统生物技术研究的主要内容和目标是最大限度地提高这 3 个过程的整体效率,同时寻找一些可以用来制备食品、食品添加剂和农药的微生物。在利用微生物生产商品的整个过程中,最难优化的一个环节是生物转化。通常用于大规模生产的培养条件往往不是自然条件下微生物的最佳生长条件。因此,人们一般通过诱导突变、化学药剂或者紫外线照射来生产突变体,从而改良菌种、提高产量;传统的诱变突变和选择的方法在生物技术中获得了较大的成功。但通过传统的方法提高产量的幅度是非常有限的,如果一个突变了菌株中某一组分合成太多,那么其他一些代谢物的合成就会受到影响。因此传统方法只能提高微生物一种已有的遗传性质,并不能赋予这种微生物以其他遗传特性,即传统生物技术还仅仅局限在化学工程和微生物工程领域内。

1.1.2.2 现代生物技术

现代生物技术也称生物工程,在分子生物学基础上建立的新的生物类型或新生物机能的实用技术,是现代生物科学和工程技术相结合的产物。

现代生物技术是在分子生物学发展基础上成长起来的。1953年,美国科学家 Watson 和英国科学家 Crick 用 X-衍射法搞清了遗传的物质基础——核酸的结构,阐明了 DNA 的半保留复制机制,从而使揭开生命秘密的探索从细胞水平进入了分子水平,对于生物规律的研究也从定性走向了定量。在现代物理学和化学的影响和渗透下,一门新的科学——分子生物学诞生了。由于一切生命活动都是包括酶和非酶蛋白质行使其功能的结果,所以遗传信息与蛋白质的关系就成了研究生命活动的关键问题,此后众多的科学家投身到了这一极富创造性和挑战性的领域。1961年,科学家们破译了生命遗传密码,并在 1966年编制了一本地球生物通用的遗传密码“辞典”。1970年,Khorana 等科学家完成了对酵母丙氨酸转移 RNA 的基因的人工全合成。1971年,美国的 Paul Berg 用一种限制性内切酶,打开一种环状 DNA 分子,第一次把两种不同的 DNA 连接在一起。1973年,美国加利福尼亚大学旧金山分校的 Herber Boyer 教授和斯坦福大学的 Stanley Cohen 教授共同完成了一次著名的实验,首次在实验室中实现了基因转移,这是人类历史上有目的的基因重组的尝试。1974年,他们又将非洲爪蛙的一种基因与一种大肠杆菌的质粒组合在一起,并引入到另一种大肠杆菌中去。结果,非洲爪蛙的基因居然在大肠杆菌中得到了表达(“表达”是指该基因在大肠杆菌内能合成生长激素抑制因子),并能随着大肠杆菌的繁衍一代一代地传下去。此后,围绕 DNA 重组和克隆的概念,各种操作技术不断更新,不断完善,且新技术、新方法迅速在实际中得到应用,改变了传统生物技术研究内容和结构,使传统的生物技术迅速完成了向现代生物技术的转化,成为代表 21 世纪的发展方向、具有远大发展前景的新兴学科和产业,已渗透到经济、社会、军事发展等各个方面。现代生物技术发展史上的主要技术发明和应用见表 1.1。

表 1.1 现代生物技术发展史上的主要技术发明和应用

年代	技术发明和应用
1917	Karl Ereky 首次使用“生物技术”这一名词
1943	大规模工业生产青霉素
1944	Avery, MacLeod 和 McCarty 通过实验证明 DNA 是遗传物质
1953	Watson 和 Crick 发现了 DNA 的双螺旋结构
1958	Crick 提出了遗传信息传递的中心法则
1961	《Biotechnology and Bioengineering》杂志创刊
1966	Nirenber 等人破译遗传密码
1967	发现 DNA 连接酶
1970	Smith 和 Wilcox 分离出第一个限制性内切酶 Hind II
1970	Baltimore 和 Temin 等人发现逆转录酶,打破了中心法则,使真核基因的制备成为可能
1971	Crick 对中心法则作了补充,提出了三角形中心法则
1972	Khorana 等人合成了完整的 tRNA 基因
1973	Boyer 和 Cohen 建立了 DNA 重组技术
1975	Kohler 和 Milstein 建立单克隆抗体技术
1976	第一个 DNA 重组技术规则问世
1976	DNA 测序技术诞生
1977	Itakura 实现了真核基因在原核细胞中的表达
1978	Genentech 公司在大肠杆菌中表达出胰岛素
1980	美国最高法院对经基因工程操作的微生物授予专利
1981	第一台商业化生产的 DNA 自动测序仪诞生
1981	第一个单克隆抗体诊断试剂盒在美国被批准使用
1982	用 DNA 重组技术生产的第一个动物疫苗在欧洲获得批准
1983	基因工程 Ti 质粒用于植物转化
1988	美国对肿瘤敏感的基因工程鼠授予专利
1988	PCR 技术问世
1990	美国批准第一个体细胞基因治疗方案
1997	英国培养出第一只克隆绵羊多莉
1998	美国批准艾滋病疫苗进行人体实验
1998	日本培养出克隆牛,英、美等国培养出克隆鼠
2002	美国利用体细胞在小鼠体内培养出人体肾脏

科学家们从 Cohen 的实验中看出了基因工程的突出特点:

①能打破物种之间的界限。

②可以根据人们的意愿、目的,定向地改造生物遗传特性,甚至创造出地球上还不存在的新的生命物种。

③由于这种技术是直接遗传物质核酸上动手术,因而创造新的生物类型的速度可以大大加快。

基因工程的这些突出特点,引起了世界科学家的极大关注,短短几年内,基因工程研究便在许多国家发展起来,并取得一批成果,基因工程已成为 20 世纪最重要的技术成就之一。

1.1.3 生物技术的研究内容

生物技术主要指现代生物技术被世界誉为一项高新技术。在现代高新技术领域中,生物技术与信息技术、新材料科学已并列为当今三大前沿学科。现代生物技术是在 20 世纪 70 年代后期在细胞遗传学和分子生物学的基础上发展起来的以基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程、蛋白质工程为主要研究内容的技术体系。

1.1.3.1 基因工程

基因工程是一项将生物的某个基因通过基因载体运送到另一种生物的活性细胞中,使之无性繁殖(称之为“克隆”)和行使正常的功能(称之为“表达”),从而创造生物新品种或新物种的遗传学技术。其原理是用人工方法,把生物的遗传物质分离出来,在体外进行基因切割、连接、重组、转移和表达的技术。可分为 4 个步骤:①克隆目的基因,取得所需要的 DNA 特异片段。②与 DNA 载体连接成重组 DNA。③引入细菌或动植物细胞并使其增殖。④挑选出受体细胞,指导合成蛋白质或优良新品种。

1.1.3.2 细胞工程

细胞工程是按照人们的需要和科学设计改变细胞的遗传基础,并通过无菌操作、细胞融合、核质移植、染色体移植以及组织和细胞培养等技术,重组细胞的结构和内含物,以改变生物的结构和功能,快速繁殖和培养出人们所需要的新物种的生物工程技术。它包括细胞融合技术、克隆技术、染色体工程、细胞质工程、胚胎分割和移植技术、细胞核转移技术、干细胞工程。

1.1.3.3 酶工程

酶是一种在生物体内具有新陈代谢催化作用的蛋白质。具有反应效率高、条件温和、反应产物污染小、能耗低和反应易控制等特点。

酶工程又称酶工艺学,是利用酶、细胞器或细胞所具有的特异催化功能以及对酶进行的修饰改造,并借助生物反应器生产人类生产和生活所需要的产品的一项技术。酶工程的应用主要集中于食品工业、轻工业、医药工业和临床诊断等方面。

1.1.3.4 发酵工程(微生物工程)

发酵工程是指利用微生物的特定性状,通过现代化工程技术,在生物反应器中生产有用物质的一种技术系统,或直接把微生物应用于工业生产过程的一种新技术。其主体是利用微生物进行反应(即进行酶加工获得产品)的工业,处于生物工程的中心地位。

发酵工程分为 3 个部分:

(1)上游工程:包括利用常规方法、基因工程方法、细胞工程方法等选育优良种株,最适合发酵条件(温度、pH 值、溶解氧和营养组成)的确定,营养物的准备等。

(2)发酵工艺:主要指在最适合的发酵条件下,发酵罐中大量培养细胞和生产代谢产物的工艺。

(3)下游工程:指从发酵液中分离和纯化产品。

1.1.3.5 蛋白质工程

蛋白质工程是以蛋白质结构功能关系的知识为基础,通过周密的分子设计,对现有蛋白

质加以定向改造、设计、构建,并最终产生出性能比自然界存在的蛋白质更加优良,改造为合乎人类需要的新的突变蛋白质。

这5个方面的技术并不是各自独立的,它们彼此之间是相互联系、相互渗透的。其中基因工程处于核心位置,发酵工程是生物工程的主要终端技术。

1.1.4 生物技术的多学科性

近几十年来,科学和技术发展的一个显著特点就是人们越来越多地采用多学科的方法来解决各种问题。这将导致综合性学科的出现,并最终形成了具有独特概念和方法的新领域。生物技术正是在这种背景下产生的一门综合性的新兴学科。

生物技术涉及了很多学科领域,有生物学(包括生物化学、分子生物学、微生物学、细胞学、遗传学等)、化学、工程学(包括化学工程、电子工程、机械工程等)、农学、医学、药学、计算机科学等。但从基础学科上讲,生物技术主要与化学、生物学和工程学相关。由图1.1可见,生物技术具有多学科交叉渗透的特点。

从图1.1可以看到,生物技术与生物工程(bio-engineering 或 biological engineering)实际上是有一些差别的。生物工程是医学工程、环境工程、农业工程、卫生工程、仿生工程、人体功能工程学等学科或其中部分分支的总称,仅是工程学与生物学的结合,并不涉及化学。传统的生物工程往往是指生物医学工程和生物化学工程的总称。

生物技术的学科交叉渗透还表现在生物技术的发展往往是以生命科学领域的重大理论和技术的突破为基础的。例如,DNA双螺旋结构和DNA半保留复制模式的阐明,以及DNA限制性内切酶和DNA连接酶等工具酶的发现,直接推动了基因工程的出现;生物反应器及传感器以及自动化控制技术的应用,才使得传统的发酵工程具有高技术含义。另外,所有生物技术领域还使用了大量的现代化高精尖仪器,如超速离心机、高效液相色谱、电子显微镜、DNA合成仪、DNA序列分析仪等,这就是现代微电子学和计算机技术与生物技术的相互结合和渗透。

目前生物技术就其应用领域而言,已经形成了较为完备的农业生物技术、植物生物技术、动物生物技术、医学生物技术、食品生物技术、环境生物技术等领域。

1.1.5 生物技术的应用

迄今为止,人们已经认识到发展生物技术,对解决当今人类社会面临的粮食、能源、环境和健康等许多重大问题均具有重要的现实意义和深远的战略意义,因而引起了各国的高度重视,纷纷采取措施和对策,加速推进这项高技术的发展。

现代生物技术已经广泛地应用于工业、农牧业、医药、环保等众多领域,产生了巨大的经济和社会效益。

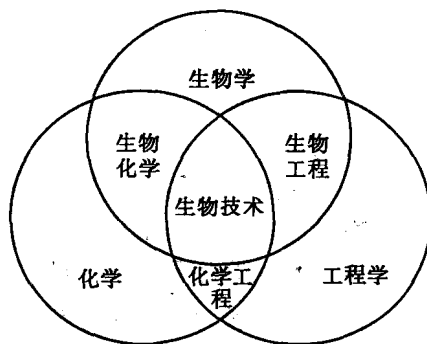


图1.1 生物技术与相关基础学科的关系

1.1.5.1 生物技术在工业方面的应用

1. 食品方面

①生物技术被用来提高生产效率,从而提高食品产量。

②生物技术能提高食品质量。

③生物技术还用于开拓食品种类。利用生物技术生产单细胞蛋白为解决蛋白质缺乏问题提供了一条可行之路。

2. 材料方面

现代新材料发展的重要途径之一,就是通过生物技术构建新型生物材料。

①生物技术使一些废弃的生物材料变废为宝。例如,利用生物技术可以从虾、蟹等甲壳类动物的甲壳中获取甲壳素,它是制造手术缝合线的极好材料,因其质地柔软,可加速伤口愈合,并且能被人体吸收而免于拆线。

②生物技术为大规模生产一些稀缺生物材料提供了可能。例如,蜘蛛丝是一种特殊的蛋白质,其强度大,可塑性高,可用于生产降落伞、防弹背心等用品。利用生物技术可以大规模地生产这种蛛丝蛋白。

③利用生物技术可以开发出新的材料类型。例如,一些微生物能产出可降解的生物塑料,避免了“白色污染”。

3. 能源方面

生物技术一方面能提高不可再生能源的开采率,另一方面能开发更多的可再生能源。

①生物技术提高了石油开采的效率。

②生物技术为新能源的利用开辟了道路。

1.1.5.2 生物技术在农业方面的应用

现代生物技术越来越多地应用于农业中,使农业经济达到高产、高效、高质的目的。

1. 农作物和花卉生产

生物技术应用于农作物和花卉生产的目标,主要是提高作物产量、改良品质和获得抗逆植物。

①生物技术既能提高作物产量,还能加速繁殖个体。

②生物技术既能改良作物品质,还能延缓植物的成熟,从而延长了植物食品的保藏期。

③生物技术在培育抗逆作物中发挥了重要作用。例如,用基因工程方法培育出的抗虫害作物,不需施用农药,既提高了种植的经济效益,又保护了我们的环境。

2. 畜禽生产

利用生物技术既能获得高产优质的畜禽产品,又能提高畜禽的抗病能力。

①生物技术不仅能加快畜禽的繁殖和生长速度,而且能改良畜禽的品质,提供优质的肉、奶、蛋产品。

②生物技术可以培育抗病的畜禽品种,减少饲养业的风险。例如,利用转基因的方法培育抗病动物,可以大大减少畜禽瘟疫的发生,保证畜禽和人类的健康。

3. 农业新领域

基因工程不仅提高了农牧产品的产量和质量,科研人员还利用转基因技术用植物生产

疫苗,人们通过食用这些转基因植物就能达到接种疫苗的目的。

利用转基因动物生产药用蛋白也是目前的研究热点。科学家已经培育出多种转基因动物,如转基因牛或羊,它们的乳腺能特异性地表达外源目的基因,它们吃的是草,挤出的奶中却含有珍贵的药用蛋白,这种转基因动物生产成本低,可以获得巨大的经济效益。

1.1.5.3 生物技术在医药方面的应用

目前,医药卫生领域是现代生物技术应用最广泛、发展最迅速、成绩最显著、潜力也最大的一个领域。

1. 疾病预防

利用疫苗对人体进行主动免疫是预防传染性疾病的最有效手段之一。口服或注射疫苗可以激活体内的免疫系统,产生专门针对病原体的特异性抗体。

基因工程疫苗是将病原体的某种蛋白基因重组到细菌或真核细胞内,利用细菌或真核细胞来大量生产病原体的蛋白,把这种蛋白作为疫苗。例如,用基因工程制造乙肝疫苗用于乙型肝炎的预防。

2. 疾病诊断

生物技术的开发应用,提供了新的诊断技术,特别是单克隆抗体诊断试剂和 DNA 诊断技术的应用。DNA 诊断技术是利用重组 DNA 技术,直接从 DNA 水平作出人类遗传性疾病、肿瘤、传染性疾病等多种疾病的诊断。它具有专一性强、灵敏度高、操作简便等优点。

3. 疾病治疗

生物技术在疾病治疗方面主要包括提供药物、基因治疗和器官移植等方面。

①利用基因工程能大量生产一些来源稀少、价格昂贵的药物,减轻患者的负担。

②基因治疗是一种应用基因工程技术和分子遗传学原理、基因组学对人类疾病进行治疗的新疗法。

③器官移植技术向异种移植方向发展,即利用现代生物技术,将人的基因转移到另一个物种上,再将此物种的器官取出来置入人体,代替人的生病的“零件”。另外,利用克隆技术,能制造出完全适合于人体的器官,来替代人体“病危”的器官。

1.1.5.4 生物技术在环保方面的应用

1. 污染监测

现代生物技术建立了一类新的快速准确监测与评价环境的有效方法,主要包括利用新的指示生物、利用生物传感器和利用核酸探针。

①人们分别用细菌、原生动物、藻类、鱼类和高等植物等作为指示生物,监测它们对环境的反应,便能对环境质量作出评价。

②生物传感器是以微生物、细胞、酶、抗体等具有生物活性的物质作为污染物的识别元件,具有成本低、易制作、使用方便、测定快速等优点。

③核酸探针技术的出现也为环境监测和评价提供了一条有效途径。例如,监测水环境中的大肠杆菌可用杆菌的核酸探针。

2. 污染治理

微生物在改善传统的工业生产过程、净化环境方面也发挥着非常大的作用。现代生物

污染治理采用纯培养的微生物菌株来降解污染物。例如,科学家利用基因工程技术,将一种昆虫的耐 DDT 基因转移到细菌体内,培育一种专门“吃”DDT 的细菌,大量培养,放到土壤中,土壤中的 DDT 就会被“吃”得一干二净。

1.2 环境生物技术

1.2.1 环境生物技术的形成和发展

人类在发展物质文明的同时,也带来了许多生态环境问题,而这些问题已经威胁着人类的生存和发展,迫使人类采取必要的措施,改善生存环境,在这一过程中,出现了一门新型边缘学科——环境生物技术。环境生物技术(Environmental Biotechnology)简称 EBT,它主要由生物技术、工程学、环境学和生态学组成。其广义的定义是:利用生物体、生物的代谢反应过程和生物合成产物(包括酶)对环境进行监测、评估以及治理和修复有关的单一或综合性的现代化手段。其产生、发展及演变与世界各地出现的一系列的环境污染问题有着密切的联系。

19 世纪末,生物滤池的出现和 1914 年 W. Lockett 和 E. Alden 发明的“活性污泥法”被视为环境生物技术的开端。20 世纪 50~60 年代,由于工农业的发展,环境污染尤其是水污染的加剧,促进了环境生物技术的发展。进入 20 世纪 70 年代,污染物可降解性和分解程度方面的研究有了相当大的提高。随之而来的环境污染尤其是水污染的加剧,直接促进了环境生物技术的发展,一般认为生物处理是最经济有效的手段,而且它符合生态学及可持续发展的观点,因而各种生物处理技术应运而生并得到广泛应用,取得了良好的效果。Chakrabaty 等人还首次构建了含有多种降解质粒的“超级细菌”。从而在 20 世纪 80 年代推动了环境生物技术的发展。1981 年,首次将环境生物技术用于设立环境生物技术专门机构的名称,并将控制污染的生物技术概称为环境生物技术。1983 年,美国在西雅图召开了首届“利用基因控制污染”的环境生物技术专题会议,提出环境生物技术的中心任务是解决有毒有害化学品的污染问题。20 世纪 80 年代后期,分子生物技术已广泛应用于环境污染治理,尤其在可降解微生物及其降解机理方面进行了更深入的研究。目前对污染物降解的研究着重以下几个方面:

- ① 分离具有特殊分解功能的环境微生物,用分子探针监测他们在不同环境中的分布,以及与其他微生物种类之间的关系。
- ② 将分解基因转移到受体微生物之中,实现分解功能在常见微生物体内的表达。
- ③ 在分子水平上确定主基因上与代谢分解相关的基因组或片段。
- ④ 走出单纯分解和矿化的旧模式,探索对有毒污染物的转化,并实现生产工业合成中所需的中间产物或原料。

随着细胞融合、基因工程、分子生物等技术的发展,环境生物技术得到了进一步的开发,研究领域不断扩大,已成为解决环境污染问题既有经济效益又兼顾环境效益的有效手段。同时,随着人们环境意识和生态概念的不断加强,市场对生物技术、生物产品的需要明显增多,政府也更加重视生物技术的发展,环境生物技术本身也将更加成熟。