

现代环境

生物技术

王建龙 文湘华 编著



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

现代环境生物技术

王建龙 文湘华 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

现代环境生物技术是现代生物技术与环境科学紧密结合而形成的新兴交叉学科。本书首先介绍了酶工程、基因工程、细胞工程和发酵工程的基本原理,然后分章介绍了生物技术在环境污染控制中的应用,内容涉及到污染治理、污染预防、清洁能源、废物资源化、环境生物监测与安全性评价等。书中不仅介绍了环境生物技术本身,还介绍了所涉及技术领域的产生、发展、研究方法及发展前景。

本书可作为环境及相关专业高年级本科生及研究生的教材和教学参考书,也可供相关专业教师及科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代环境生物技术/王建龙,文湘华编著. —北京:清华大学出版社,2000
ISBN 7-302-04159-8

I. 现… II. ①王… ②文… III. 环境生物学 IV. X17

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 79122 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:北京市密云胶印厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:28.75 字数:715 千字

版 次:2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-04159-8/X·31

印 数:0001~3000

定 价:35.00 元

前 言

工业革命极大地改变了人类社会文明发展的进程,使人们在享受工业文明创造的丰硕果实的同时,也遭受了随之而来的环境污染和生态破坏的危害。环境保护越来越受到人们的关注。尽管环境污染日益加剧,污染状态更加复杂,但人们对环境质量的要求却越来越高,传统的治理技术已难以满足越来越严格的环境标准。

现代环境生物技术是现代生物技术与环境科学紧密结合而形成的新兴交叉学科,是一种经济效益和环境效益俱佳的、解决复杂环境污染问题的有效手段,是当代环境学科发展的主导方向之一。

我们在清华大学环境科学与工程系为研究生开设现代环境生物技术这门课程已有数年,该课程开设以来,不仅本系的研究生,其他系(包括化学系、化工系、生物系、材料系等)的研究生及外校研究生们也纷纷选修该课,受到了同学们的普遍欢迎和好评。

本书基本上以讲授提纲为骨架,结合作者多年的科研经验与成果,并参考国内外有关书籍及该领域的最新进展编写而成。本书在编排上分为两大部分,首先从基础理论与技术特点等方面对现代生物技术的四大分支领域,即酶工程、基因工程、细胞工程和发酵工程进行了深入介绍,然后介绍了现代环境生物技术的应用领域。在具体授课时,可根据需要选用。在本书的编写过程中,我们力求内容全面新颖、深入浅出,概念准确,语言通俗易懂,尽量反映出现代环境生物技术的全貌、最新成果和发展方向。

本书可供相关专业的高年级本科生和研究生作为教材或教学参考书,也可供相关专业的教师 and 研究人员参考。由于作者水平有限,加之时间紧迫,书中难免出现这样或那样的问题,在此,衷心欢迎读者提出宝贵意见!

作 者

2000年10月于清华园

目 录

| | |
|-------------------------|----|
| 第 1 章 概述 | 1 |
| 1.1 生物技术概论 | 1 |
| 1.1.1 生物技术的定义..... | 3 |
| 1.1.2 生物技术的内容..... | 3 |
| 1.1.3 生物技术的发展..... | 3 |
| 1.1.4 生物技术的应用..... | 5 |
| 1.2 环境生物技术 | 5 |
| 1.2.1 环境生物技术的产生..... | 5 |
| 1.2.2 环境生物技术的研究范围..... | 6 |
| 1.3 本书内容 | 7 |
| 第 2 章 酶工程 | 9 |
| 2.1 概述 | 9 |
| 2.1.1 人类对酶的认识历程..... | 9 |
| 2.1.2 酶的定义 | 10 |
| 2.1.3 酶工程的研究内容 | 11 |
| 2.2 酶的催化特性..... | 11 |
| 2.3 酶作用原理..... | 16 |
| 2.3.1 酶的分类及命名 | 16 |
| 2.3.2 酶作用原理 | 18 |
| 2.3.3 酶促反应的影响因素 | 31 |
| 2.4 酶的生产及分离纯化..... | 41 |
| 2.4.1 酶的生产 | 41 |
| 2.4.2 酶的分离纯化 | 43 |
| 2.5 酶分子修饰..... | 60 |
| 2.5.1 酶分子的化学修饰 | 62 |
| 2.5.2 生物酶工程 | 63 |
| 2.6 酶固定化..... | 65 |
| 2.6.1 固定化方法 | 66 |
| 2.6.2 固定化酶反应条件的变化 | 68 |
| 2.7 酶反应器..... | 69 |
| 2.7.1 酶反应器的类型 | 69 |
| 2.7.2 酶反应器的设计原则 | 71 |
| 2.8 酶的应用..... | 71 |

| | | |
|------------|-----------------------|-----------|
| 2.8.1 | 主要应用领域 | 71 |
| 2.8.2 | 酶在污染治理中的应用 | 72 |
| 2.9 | 酶工程的现状及发展展望 | 77 |
| 2.9.1 | 酶工程的现状 | 77 |
| 2.9.2 | 酶工程的发展展望 | 77 |
| 第3章 | 基因工程 | 79 |
| 3.1 | 概述 | 79 |
| 3.1.1 | 基因工程的诞生 | 79 |
| 3.1.2 | 基因工程的内容 | 80 |
| 3.2 | 基因工程的分子生物学基础 | 82 |
| 3.2.1 | DNA 的结构与功能 | 82 |
| 3.2.2 | DNA 的变性、复性与杂交 | 86 |
| 3.2.3 | 遗传信息的传递方向——中心法则 | 89 |
| 3.3 | 基因工程工具酶 | 91 |
| 3.3.1 | 限制性内切酶 | 92 |
| 3.3.2 | 连接酶 | 95 |
| 3.3.3 | 基因工程中的修饰酶 | 95 |
| 3.4 | 基因工程载体 | 98 |
| 3.4.1 | 定义 | 98 |
| 3.4.2 | 用于原核生物宿主的载体 | 98 |
| 3.4.3 | 用于真核生物宿主的载体 | 104 |
| 3.4.4 | 用于植物宿主的载体 | 106 |
| 3.4.5 | 用于动物宿主的载体 | 107 |
| 3.4.6 | 基因工程载体的必备条件 | 107 |
| 3.4.7 | 载体的分类 | 108 |
| 3.5 | 目的基因的获得 | 109 |
| 3.5.1 | 概述 | 109 |
| 3.5.2 | 基因的组成及分类 | 110 |
| 3.5.3 | 原核生物目的基因的获得 | 110 |
| 3.5.4 | 真核生物目的基因的获得 | 113 |
| 3.6 | 目的基因导入受体细胞 | 118 |
| 3.6.1 | 受体细胞 | 118 |
| 3.6.2 | 受体细胞的分类 | 118 |
| 3.6.3 | 目的基因导入克隆载体 | 119 |
| 3.7 | 重组体的筛选 | 122 |
| 3.7.1 | 生物学方法 | 122 |
| 3.7.2 | 核酸杂交法 | 124 |
| 3.7.3 | 印迹技术 | 127 |

| | | |
|--------------|---------------------|------------|
| 3.8 | DNA 序列分析 | 129 |
| 3.8.1 | Maxam-Gilbert 化学降解法 | 129 |
| 3.8.2 | Sanger 双脱氧法 | 131 |
| 3.9 | 基因工程在环境污染治理中的应用 | 132 |
| 3.9.1 | 设计复合代谢途径 | 134 |
| 3.9.2 | 拓宽氧化酶的专一性 | 134 |
| 3.9.3 | 增强无机磷的去除 | 136 |
| 第 4 章 | 细胞工程 | 138 |
| 4.1 | 细胞工程基础知识 | 138 |
| 4.1.1 | 概述 | 138 |
| 4.1.2 | 细胞的大小及分类 | 139 |
| 4.1.3 | 细胞周期 | 142 |
| 4.2 | 微生物细胞工程 | 143 |
| 4.2.1 | 概述 | 143 |
| 4.2.2 | 微生物细胞融合的基础知识 | 144 |
| 4.2.3 | 原核细胞的原生质体融合 | 146 |
| 4.2.4 | 真核细胞的原生质体融合 | 148 |
| 4.3 | 植物细胞工程 | 148 |
| 4.3.1 | 植物组织培养 | 148 |
| 4.3.2 | 植物原生质体制备 | 153 |
| 4.3.3 | 植物原生质体培养 | 155 |
| 4.3.4 | 植物原生质体融合 | 156 |
| 4.4 | 动物细胞工程 | 157 |
| 4.4.1 | 动物细胞培养 | 157 |
| 4.4.2 | 动物细胞融合 | 158 |
| 4.4.3 | 单克隆抗体的制备 | 162 |
| 4.4.4 | 细胞拆合 | 165 |
| 4.5 | 得用细胞融合技术构建环境工程菌 | 167 |
| 4.5.1 | 纤维素降解菌原生质体融合 | 167 |
| 4.5.2 | 芳香族降解菌的构建 | 167 |
| 4.6 | 抗污染型植物 | 167 |
| 4.7 | 开发基于抗体的技术治理环境污染 | 168 |
| 4.7.1 | 抗体片段和最小识别单元 | 168 |
| 4.7.2 | 免疫分析和环境监测 | 169 |
| 4.7.3 | 去除微量有机污染物 | 170 |
| 第 5 章 | 发酵工程 | 171 |
| 5.1 | 概述 | 171 |
| 5.1.1 | 发酵的含义 | 171 |

| | | |
|------------|-----------------|------------|
| 5.1.2 | 发酵工业的历史回顾 | 171 |
| 5.2 | 发酵工程的内容 | 173 |
| 5.2.1 | 发酵类型 | 174 |
| 5.2.2 | 发酵方法 | 176 |
| 5.2.3 | 发酵过程 | 177 |
| 5.2.4 | 发酵工业的发展趋势 | 178 |
| 5.3 | 优良菌种的选育 | 179 |
| 5.3.1 | 菌种分离、筛选的原则与步骤 | 179 |
| 5.3.2 | 自然选育 | 182 |
| 5.3.3 | 诱变育种 | 182 |
| 5.4 | 发酵过程及其测量 | 192 |
| 5.4.1 | 发酵方式 | 192 |
| 5.4.2 | 发酵动力学 | 194 |
| 5.4.3 | 发酵过程检测 | 200 |
| 5.5 | 发酵生物反应器 | 202 |
| 5.6 | 代谢控制发酵 | 204 |
| 5.6.1 | 概述 | 204 |
| 5.6.2 | 代谢工程 | 205 |
| 5.7 | 发酵过程优化及控制 | 211 |
| 5.7.1 | 发酵过程模型 | 212 |
| 5.7.2 | 非结构模型 | 212 |
| 5.7.3 | 结构模型 | 213 |
| 5.7.4 | 发酵过程控制 | 214 |
| 5.8 | 固态发酵及固体废弃物处理 | 215 |
| 5.8.1 | 固态发酵 | 215 |
| 5.8.2 | 固体废弃物处理 | 215 |
| 5.9 | 下游处理 | 218 |
| 5.10 | 发酵与产物分离偶联技术 | 219 |
| 5.10.1 | 偶联中使用的分离技术 | 219 |
| 5.10.2 | 偶联技术的应用 | 219 |
| 第6章 | 污染治理生物技术 | 222 |
| 6.1 | 生物处理技术概述 | 222 |
| 6.1.1 | 生物处理的基本原理 | 222 |
| 6.1.2 | 微环境的概念及意义 | 228 |
| 6.1.3 | 微生物催化降解的必要条件 | 228 |
| 6.1.4 | 影响生物降解的因素 | 229 |
| 6.1.5 | 生物处理过程控制 | 230 |
| 6.1.6 | 生物处理过程的重要结构 | 231 |

| | | |
|------------|---------------------------|------------|
| 6.2 | 废水生物处理新技术 | 236 |
| 6.2.1 | 生物脱氮除磷 | 236 |
| 6.2.2 | 高效生物膜处理系统 | 250 |
| 6.2.3 | 膜生物反应器 | 255 |
| 6.2.4 | 序批式反应器 | 257 |
| 6.2.5 | 升流式厌氧污泥床 | 259 |
| 6.2.6 | 折流式厌氧反应器 | 259 |
| 6.3 | 生物修复技术 | 261 |
| 6.3.1 | 概述 | 261 |
| 6.3.2 | 土壤污染的生物修复技术 | 264 |
| 6.3.3 | 地下水污染的生物修复技术 | 269 |
| 6.3.4 | 生物修复技术进展 | 271 |
| 6.4 | 固体废弃物生物处理及处置技术 | 273 |
| 6.4.1 | 概述 | 273 |
| 6.4.2 | 堆肥 | 274 |
| 6.4.3 | 填埋技术 | 274 |
| 6.5 | 大气污染的生物治理技术 | 277 |
| 6.5.1 | 生物法净化有机废气的原理 | 277 |
| 6.5.2 | 有机废气生物处理的工艺研究与应用 | 278 |
| 6.5.3 | 二氧化碳的微生物固定 | 280 |
| 6.5.4 | 生物法净化有机废气的现状及需解决的问题 | 286 |
| 6.6 | 有害有机污染物的现代生物处理技术 | 287 |
| 6.6.1 | 有害有机污染物降解的生态学基础 | 287 |
| 6.6.2 | 卤代烃类降解 | 290 |
| 6.6.3 | 农药降解 | 297 |
| 6.6.4 | 洗涤剂降解 | 301 |
| 6.6.5 | 石油污染物治理 | 302 |
| 6.7 | 重金属的生物处理技术 | 306 |
| 6.7.1 | 生物吸附原理 | 307 |
| 6.7.2 | 生物吸附剂 | 308 |
| 6.7.3 | 生物吸附的影响因素 | 309 |
| 6.7.4 | 生物吸附动力学 | 311 |
| 6.7.5 | 生物吸附的应用——生物吸附柱的操作 | 312 |
| 6.7.6 | 重金属阴离子的生物吸附 | 315 |
| 6.7.7 | 重金属污染的植物修复 | 315 |
| 第7章 | 污染预防生物技术 | 318 |
| 7.1 | 煤的生物脱硫 | 318 |
| 7.1.1 | 概述 | 318 |

| | | |
|--------------|------------------|------------|
| 7.1.2 | 煤中硫的形态 | 319 |
| 7.1.3 | 脱硫方法及其比较 | 319 |
| 7.1.4 | 煤炭脱硫的微生物 | 319 |
| 7.1.5 | 微生物脱硫的机理 | 321 |
| 7.1.6 | 微生物脱硫工艺 | 324 |
| 7.2 | 化石燃料的微生物脱氮 | 328 |
| 7.2.1 | 化石燃料中的芳香氮化合物 | 329 |
| 7.2.2 | 含氮污染物的去除 | 330 |
| 7.2.3 | 生物技术用于化石燃料脱氮 | 331 |
| 7.3 | 生物制浆 | 332 |
| 7.4 | 矿冶生物技术——微生物湿法冶金 | 334 |
| 7.4.1 | 湿法冶金所用微生物 | 334 |
| 7.4.2 | 浸出工艺 | 336 |
| 7.4.3 | 难浸金矿石的微生物处理 | 338 |
| 7.5 | 生物合成替代化工合成 | 339 |
| 第 8 章 | 生物技术与能源 | 344 |
| 8.1 | 微生物与石油开采 | 344 |
| 8.1.1 | 微生物勘探石油 | 344 |
| 8.1.2 | 微生物二次采油 | 345 |
| 8.1.3 | 微生物三次采油 | 345 |
| 8.2 | 有机废弃物生产乙醇 | 347 |
| 8.2.1 | 概述 | 347 |
| 8.2.2 | 木质纤维的利用 | 348 |
| 8.2.3 | 用淀粉和其他含糖废液生产乙醇 | 354 |
| 8.2.4 | 纤维素酒精生物转化过程分析 | 358 |
| 8.3 | 微生物产氢 | 360 |
| 8.3.1 | 生物产氢的微生物 | 360 |
| 8.3.2 | 固定化细胞产氢 | 361 |
| 8.4 | 微生物产甲烷 | 364 |
| 8.4.1 | 生产甲烷的生化机理 | 364 |
| 8.4.2 | 厌氧反应热力学分析 | 366 |
| 8.4.3 | 厌氧消化过程的微生物学 | 369 |
| 8.4.4 | 实际应用 | 370 |
| 第 9 章 | 废物资源化生物技术 | 372 |
| 9.1 | 可生物降解塑料 PHAs | 372 |
| 9.1.1 | 概述 | 372 |
| 9.1.2 | 合成 PHAs 的主要微生物 | 375 |
| 9.1.3 | 合成途径及关键酶 | 377 |

| | | |
|---------------|------------------------------|------------|
| 9.1.4 | PHAs 生产工艺 | 382 |
| 9.1.5 | PHB 的降解及 PHB 解聚酶 | 386 |
| 9.1.6 | PHB 生产的前景及展望 | 387 |
| 9.2 | 生产单细胞蛋白 | 388 |
| 9.2.1 | 概述 | 388 |
| 9.2.2 | 微生物蛋白的营养价值 | 389 |
| 9.2.3 | 生产单细胞蛋白的微生物 | 391 |
| 9.2.4 | 生产单细胞蛋白的原料 | 393 |
| 9.3.5 | 单细胞蛋白生产工艺 | 395 |
| 9.3.6 | 单细胞蛋白生产中应该考虑的问题 | 398 |
| 第 10 章 | 环境生物监测与安全性评价 | 400 |
| 10.1 | 生物传感器 | 400 |
| 10.1.1 | 概述 | 400 |
| 10.1.2 | 生物传感器的基本组成和工作原理 | 400 |
| 10.1.3 | 生物传感器的分类 | 402 |
| 10.1.4 | 生物传感器的特点 | 403 |
| 10.1.5 | 生物传感器在环境监测中的应用 | 404 |
| 10.2 | DNA 生物传感器及其在环境监测中的应用 | 408 |
| 10.2.1 | 核酸杂交生物传感器的原理 | 409 |
| 10.2.2 | 污染物的检测 | 410 |
| 10.3 | PCR 技术 | 411 |
| 10.3.1 | PCR 的反应原理 | 412 |
| 10.3.2 | PCR 反应条件 | 413 |
| 10.3.3 | PCR 技术的发展 | 414 |
| 10.3.4 | PCR 技术在环境检测中的应用 | 416 |
| 10.4 | 荧光原位杂交技术 | 416 |
| 10.5 | DNA 芯片技术 | 418 |
| 10.5.1 | DNA 芯片的类型 | 419 |
| 10.5.2 | DNA 芯片的构建 | 419 |
| 10.5.3 | DNA 芯片作用原理 | 421 |
| 10.5.4 | 微芯片的性能 | 421 |
| 10.5.5 | DNA 芯片信号检测系统 | 422 |
| 10.5.6 | DNA 芯片技术的应用 | 423 |
| 10.6 | 现代生物技术的安全性问题 | 425 |
| 10.7 | 现代生物技术的伦理问题 | 425 |
| 附录 1 | 酶的分类和编号的简单说明 | 427 |
| 附录 2 | 氨基酸的缩写符号和相对分子质量 | 434 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 附录 3 常用蛋白质的相对分子质量 | 435 |
| 附录 4 pBR 322 质粒的限制性片段及其大小 | 436 |
| 附录 5 常用培养基和抗菌素 | 437 |
| 附录 6 基因工程安全管理办法 | 440 |
| 参考文献 | 444 |

第 1 章 概 述

1.1 生物技术概论

自 1973 年人类第一次基因重组实验成功以来,生物技术以其迅猛的发展给人类社会和经济增长带来了巨大影响。生物技术是 21 世纪科技发展最富魅力的高新技术。

从广义上说,生物技术是指利用有机体的操作技术。传统的生物技术可以追溯到遥远的古代。早在石器时代,我们的祖先就掌握了酿酒技术;公元前 221 年,我国人民就能制作酱油、酿醋;公元前 200 年,我国最早的诗集《诗经》中就已提到用厌氧菌浸渍处理亚麻;古埃及石刻也显示,古埃及人已能对枣椰树进行交叉授粉以改善果实的质量,该技术一直沿用至今。

人类有意识地利用酵母进行大规模发酵生产是在 19 世纪。20 世纪上半叶,人类已能脱离生物的自然繁殖过程,利用直接的方法改变生物的遗传物质。

“生物技术”一词首先由匈牙利的 Karl Ereky 于 1917 提出。他当时是指用甜菜作为饲料进行大规模养猪,即利用生物将原材料转变为产品。

1953 年,美国生物学家沃森 (J. D. Watson) 和英国物理学家克里克 (F. H. C. Crick) 提出了 DNA 双螺旋结构分子模型。

DNA 双螺旋结构的发现,标志着现代分子生物学的诞生,揭示了世界上千差万别的生命物种个体在分子结构和遗传机制上的统一性,并为后来以 DNA 重组为主要手段的基因工程奠定了基础。

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 教授合作进行了人类历史上第一次有目的基因重组实验。

1975 年,Kohler 和 Milstein 创立了淋巴细胞杂交瘤技术,获得了单克隆抗体。

现代生物技术是以 DNA 重组技术的建立为标志的,已成为一门多学科纵横交叉的新兴和综合性技术(见图 1-1)。

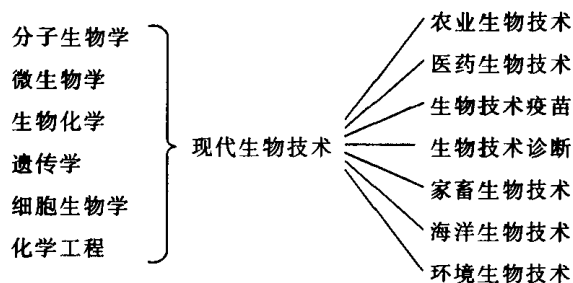


图 1-1 现代生物技术涉及的学科

现代生物技术以分子生物学、细胞生物学、微生物学、免疫学、遗传学、生理学等学科为支撑,结合了化学、化工、计算机、微电子等学科,从而形成了一门多学科互相渗透的综合性

学科(见图 1-2)。

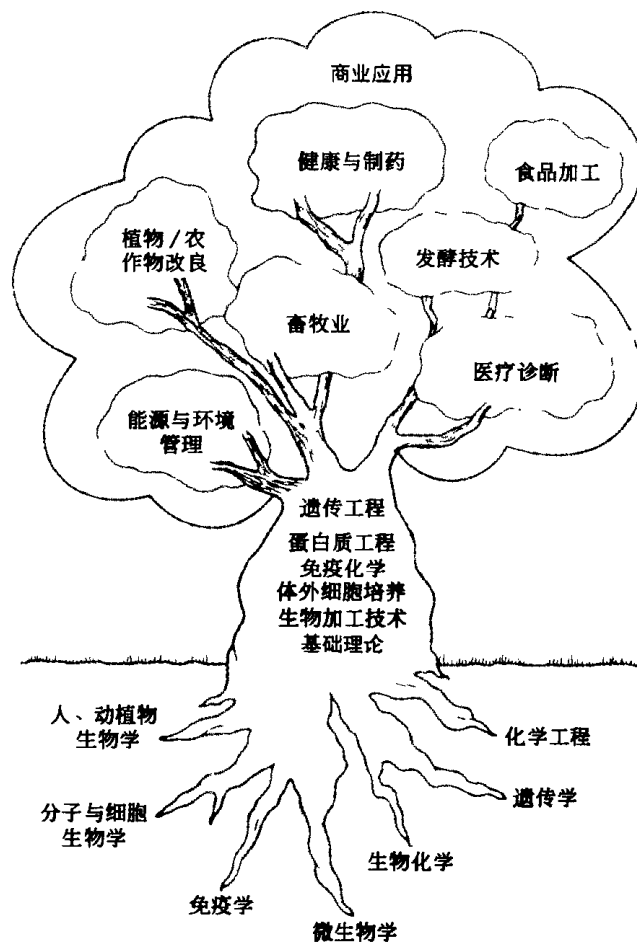


图 1-2 生物技术树形图

现代生物技术就其应用领域,可分为农业生物技术、医学生物技术、植物生物技术、动物生物技术、食品生物技术、环境生物技术等。

现代生物技术领域的研究中使用了大量的微机控制的、自动化程度高的先进仪器和设备,如超速离心机、电子显微镜、高效液相色谱、DNA 合成仪、DNA 序列分析仪等(见表 1-1)。这些代表了现代微电子学和计算机技术与生物技术的结合和渗透。没有这种结合与渗透,生物技术研究就不可能深入到分子水平,就不会有今天的现代生物技术。

表 1-1 现代生物技术中使用的主要仪器

| 名 称 | 用 途 |
|------------------------|------------------|
| 1. DNA 自动测序仪 | 自动测定核酸的核苷酸序列 |
| 2. 蛋白/多肽自动测序仪 | 测定蛋白质、多肽的氨基酸序列 |
| 3. 半自动 DNA 测序仪 | 测定核酸的核苷酸序列 |
| 4. DNA 自动合成仪 | 合成已知寡核苷酸序列 |
| 5. 蛋白/多肽自动合成仪 | 合成已知氨基酸序列的蛋白质或多肽 |
| 6. 生物反应器 | 细胞的连续培养 |
| 7. 发酵罐 | 微生物细胞培养 |
| 8. 热循环仪(聚合酶链反应仪、PCR 仪) | DNA 快速扩增 |

| 名 称 | 用 途 |
|--------------|----------------|
| 9. 序列分析软件 | 核酸/蛋白质序列分析 |
| 10. 基因转移设备 | 将外源 DNA 引进靶细胞 |
| 11. 色谱软件 | 控制色谱仪, 收集和处理数据 |
| 12. 高效液相色谱仪 | 物质的分离与纯化及纯度鉴定 |
| 13. 电泳设备 | 物质的分离与纯化及纯度鉴定 |
| 14. 凝胶电泳系统 | 蛋白质和核酸的分离与分析 |
| 15. 毛细管电泳仪 | 质量控制, 组分分析 |
| 16. 超速、高速离心机 | 分离生物大分子物质 |
| 17. 电子显微镜 | 观察细胞及组织的超微结构 |

分子生物学、结构生物学等生物学前沿学科的不断深入发展,使现代生物技术作为一门新兴的高技术学科得到迅猛发展,作为使 21 世纪成为生命科学世纪的主要因素之一,受到各国的高度重视。我国的教育和科研部门也予以极大关注。教育方面,许多高校设立了生物技术专业;科研方面,从“863”计划到“973”计划,都以极大的投入将生物技术列为各类高技术之首。

1.1.1 生物技术的定义

现代生物技术已被世界各国视为一种高新技术。我国早在 1986 年初制定的《高技术研究发展计划纲要》中就将生物技术列于航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、新能源技术和新材料技术等高技术之首位。同年,国家科委制订《中国生物技术政策纲要》时,将生物技术定义为:以现代生命科学为基础,结合先进的工程技术手段和其他基础学科的科学原理,按照预先的设计改造生物体或加工生物原料,为人类生产出所需产品或达到某种目的。

先进的工程技术手段是指基因工程、酶工程、细胞工程和发酵工程等新技术。

改造生物体是指获得优良品质的动物、植物或微生物品系。

生物原料则是指生物体的某一部分或生物生长过程中所能利用的物质,如淀粉、糖蜜、纤维素等有机物,也包括一些无机化合物,甚至某些矿石。

为人类生产出所需的产品包括粮食、医药、食品、化工原料、能源、金属等各种产品。

达到某种目的则包括疾病的预防、诊断与治疗,环境污染的检测与治理等。

1.1.2 生物技术的内容

现代生物技术主要包括:基因工程、酶工程、细胞工程和发酵工程。这些技术并不是各自独立的,而是相互联系、相互渗透的(图 1-3)。其中基因工程技术是核心技术,它能带动其他技术的发展,如通过基因工程对细菌或细胞改造后获得的工程菌或细胞,必须通过发酵工程或细胞工程来生产有用物质。

1.1.3 生物技术的发展

现代生物技术发展史上经历的一些重要事件列于表 1-2。

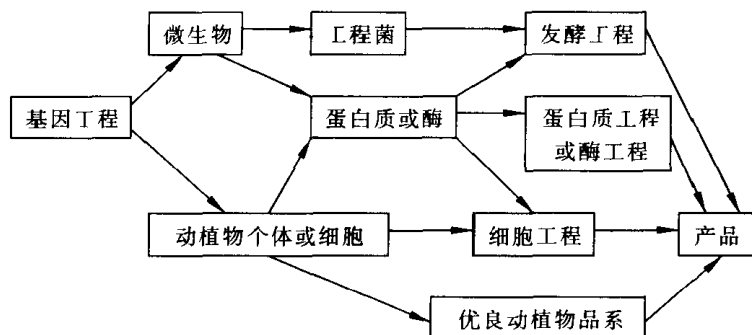


图 1 3 基因工程、酶工程、细胞工程与发酵工程之间的关系

表 1 2 现代生物技术发展史上的主要事件

| 年代 | 事 件 |
|------|---|
| 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 | Monod 和 Jacob 提出操纵子学说 |
| 1961 | 《Biotechnology and Bioengineering》杂志创刊 |
| 1966 | Nirenberg 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 <i>Hind II</i> |
| 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 建立了单克隆抗体技术 |
| 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 T ₁ 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 |

1.1.4 生物技术的应用

生物技术已广泛应用于农业、医药、化工、食品、环境保护等众多领域。生物技术的应用过程示意图如图 1-4 所示。

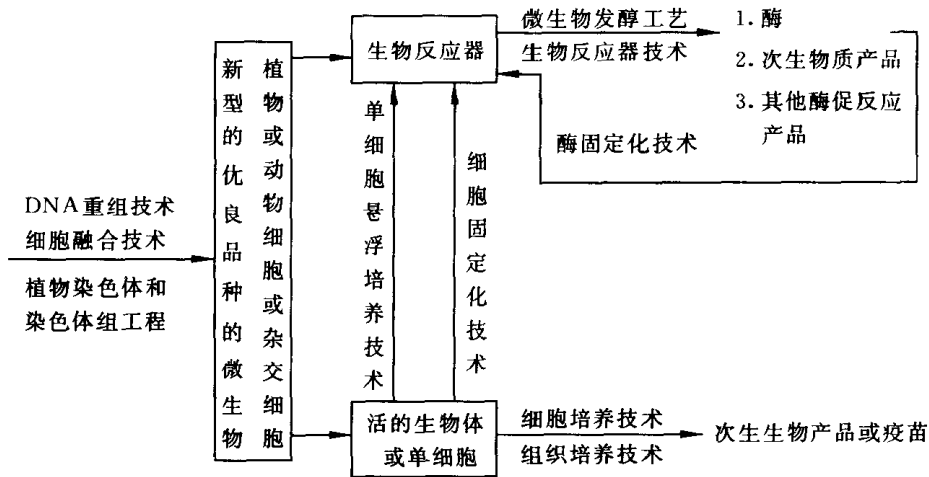


图 1-4 生物技术的应用过程示意图

1.2 环境生物技术

1.2.1 环境生物技术的产生

人类社会的发展创造了前所未有的文明,但同时也带来许多生态环境问题。由于人口的快速增长,自然资源的大量消耗,全球环境状况目前正在急剧恶化:水资源短缺、土壤荒漠化、有毒化学品污染、臭氧层破坏、酸雨肆虐、物种灭绝、森林减少等。人类的生存和发展面临着严峻的挑战,迫使人类进行一场“环境革命”来拯救人类自身。在这场环境革命中,环境生物技术担负着重大使命,并且作为一种行之有效、安全可靠的手段和方法,起着核心的作用。

现代环境生物技术是现代生物技术应用于环境污染防治的一门新兴边缘学科。它诞生于 20 世纪 80 年代末期,以高新技术为主体,并包括对传统生物技术的强化与创新。环境生物技术涉及众多的学科领域,主要由生物技术、工程学、环境学和生态学等组成。它是由生物技术与环境污染防治工程及其他工程技术紧密结合形成的,既具有较强的基础理论,又具有鲜明的技术应用特点。

由于环境生物技术是一门新兴学科,因此,对环境生物技术的定义也有多种。广义上讲,凡是自然界中涉及环境污染控制的一切与生物技术有关的技术,都可称为环境生物技术。

德国国家生物技术研究中心的 K. N. Timmis 博士认为以下三方面的内容属于环境生物技术: