

工业污染防治实用技术丛书

石油化工环境生物技术

SHIYOU HUAGONG
SHUANJING SHENGWU JISHU

主 编 赵 远
副主编 梁玉婷

中国石化出版社

TP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

工业污染防治实用技术丛书

石油化工环境生物技术

SHIYOU HUAGONG
SHUANJIANG SHENGWU JISHU

主 编 赵 远
副主编 梁玉婷

中国石化出版社

内 容 提 要

本书注重于介绍环境生物技术在石油化工领域的应用,主要包括环境生物培养和分离技术、生物酶技术、生物基因工程技术、蛋白质技术、发酵工程技术、石化废水的生物处理、石油污染环境的生物监测与修复技术、生物采油技术等。

本书可供石油化工企业从事环境保护工作的管理人员及技术人员使用,也可供普通高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

石油化工环境生物技术 / 赵远主编.

—北京:中国石化出版社,2013.4

(工业污染防治实用技术丛书)

ISBN 978-7-5114-2005-3

I. ①石… II. ①赵… III. ①石油化工-环境污染-环境生物学 IV. ①X74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 068041 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 22.25 印张 540 千字

2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

定价:70.00 元

《工业污染防治实用技术丛书》

编 委 会

主 任 王凯全

副主任 李定龙

委 员 马建锋 李英柳 张文艺 冯俊生

常杰云 黄 勇 万玉山 陈海群

严文瑶 戴竹青 赵 远 梁玉婷

序



保护环境关系到我国现代化建设的全局和长远发展，是造福当代、惠及子孙的事业。党中央、国务院历来重视环境保护工作，把保护环境作为一项基本国策，把可持续发展作为一项重大战略。党的十六大以后，我们提出树立科学发展观、构建社会主义和谐社会的重要思想，提出建设资源节约型、环境友好型社会的奋斗目标。这是我们党对社会主义现代化建设规律认识的新飞跃，也是加强环境保护工作的根本指导方针。

近年来，我们在推进经济发展的同时，采取了一系列措施加强环境保护，取得了积极进展。在资源消耗和污染物产生量大幅度增加的情况下，环境污染和生态破坏加剧的趋势减缓，部分流域区域污染治理取得初步成效，部分城市和地区环境质量有所改善，工业产品的污染排放强度有所下降。对于环境保护工作的成绩应给予充分肯定。

同时，必须清醒地看到，我国环境形势依然十分严峻。长期积累的环境问题尚未解决，新的环境问题又在不断产生，一些地区环境污染和生态恶化已经到了相当严重的程度。主要污染物排放量超过环境承载能力，水、大气、土壤等污染日益严重，固体废物、汽车尾气、持久性有机物等污染持续增加。流经城市的河段普遍遭到污染，1/5 的城市空气污染严重，1/3 的国土面积受到酸雨影响。全国水土流失面积 356 万平方公里，沙化土地面积 174 万平方公里，90% 以上的天然草原退化，生物多样性减少。特别是 2013 年初以来北京等多地连续多天发生雾霾天气，一度覆盖全国约七分之一的陆地面积，空气污染十分严重。发达国家上百年工业化过程中分阶段出现的环境问题，在我国已经集中出现。生态破坏和环境污染，造成了巨大的经济损失，给人民生活和健康带来严重威胁，必须引起我们的高度警醒。

深刻的历史教训和严峻的现实告诫我们，绝不能以牺牲后代的利益来求得经济一时的快速发展。作为我国环境污染重要来源的工业企业，理应十分重视环境保护工作，积极实施可持续发展战略，追求经济与环境的协调发展；严格

遵守国家的环保法规、政策、标准，积极推行清洁生产，恪守保护环境的社会承诺；以科学发展观为指导，以实现环保稳定达标和污染物持续减排为目标，继续加大污染治理力度，全面推行清洁生产，大力发展循环经济，努力创建资源节约型、环境友好型企业。

大力推进科技进步和技术创新，研究和推广清洁生产是工业企业污染防治的关键。要综合解决目前工业企业发展中面临的资源浪费和环境污染等比较突出的问题，唯一出路就是建立资源节约型工业生产体系，走新型工业化道路。企业要在全面落实国家环境保护方针政策、强化环境保护管理的同时，针对废气、废水、废渣、噪声等主要工业污染源，开展污染控制的技术攻关，评估工业污染防治措施实施的效果，推广清洁生产、环境生物等替代技术。将企业的经济效益、社会效益和环境效益有机地结合，树立中国企业诚信守则、关注社会的良好形象。

多年来，常州大学依托石油化工行业特点开展环境保护人才培养和科学研究，积累了一定的经验，取得了一定的成果。现在，在中国石化出版社的支持下，常州大学组织学者编撰《工业污染防治实用技术丛书》，分别介绍废气、废水、废渣、噪声等主要工业污染源治理、环境影响评估、清洁生产、环境生物等技术的新成果，旨在推介环保实用技术，促进工业环保事业，彰显环保科技工作者的社会责任，实在是一件值得称道和鼓励的幸事。

愿各位同仁共同交流，加强环境保护理论和技术总结、交流与合作；愿我们携手努力，为提高全人类的生活水平和保护子孙后代的利益贡献力量，为祖国的碧水蓝天不断作出新的贡献。

中国环境科学研究院研究员
国家环境保护总局科技顾问委员会副主任
中国工程院院士

刘鸣亮

2013年3月30日

前言



随着石油的大规模勘探、开采，石油化工工业的发展及其产品的广泛应用，石油及石油化工产品对于海洋、江河湖泊、地下水的污染以及处理过程中产生的废水、土壤污染等已成为不可忽视的问题。利用先进的生物技术处理由石油引起的污染越来越引起人们的重视，许多石油与环境生物技术已成功地应用于石油化工的诸多领域与环节，更多的技术则正在不断开发、拓展和完善。本书重点结合笔者的科研实践以及多人的研究成果，在收集大量国内外先进技术资料的基础上编写而成。书中介绍了环境生物技术的基础知识，同时还重点介绍了目前在石油化工领域普遍采用及新兴发展起来的应用技术。

本书紧扣石油化工和环境生物技术两条紧密结合的主线，在介绍基本原理、技术的基础上，注重于介绍环境生物技术在石油化工领域的应用，并且给出许多实践中丰富的案例，旨在深入阐述石油化工生物技术的基础，建立一个有效的石化环境生物技术选择的定性和定量模式，以期更好地指导我国石油化工领域污染处理技术开发、应用推广。

《石油化工环境生物技术》一书共9章，第一章概述石化环境生物技术基础；第二章介绍环境生物基础知识及微生物培养和分离技术；第三章介绍生物酶技术及其在石化领域中的应用；第四、五、六章介绍生物基因工程技术、蛋白质技术发酵工程技术及其在石化领域中的应用；第七章介绍石化废水的生物处理技术及案例；第八章介绍石油污染环境的生物监测与修复技术及案例；第九章介绍生物采油技术及案例。全书内容丰富，注重基础性、系统性、科学性、前沿性、实践性、实用性和指导性。

参与本书编写的有赵远研究员(第一、四、五章)、梁玉婷副研究员(第七、九章)、孙向武副教授(第二章)、申荣艳博士(第三章)、刘亮博士(第

六章)、赵兴青博士(第八章),由赵远研究员统稿。本书在编写的过程中,参考了大量国内外学者、科研单位、生产企业等的研究成果及资料,在此一并表示感谢。

由于本书涉及多学科交叉,内容广泛,加之生物技术的发展迅速,新成果不断涌现,以及编者水平和编写时间的限制,难免有遗漏和错误之处,热忱希望广大读者和同行提出宝贵意见,以利于进一步完善提高。

目 录



第一章 绪论	(1)
第一节 生物技术基础	(1)
一、生物技术的定义	(1)
二、生物技术的内容	(2)
三、生物技术的发展	(3)
四、生物技术的应用	(4)
第二节 环境生物技术基础	(5)
一、环境生物技术的产生	(5)
二、环境生物技术的研究范围	(6)
第三节 石化环境生物技术基础	(8)
一、石化环境生物技术的来源	(9)
二、石化环境生物技术的研究内容	(9)
三、石化环境生物技术的研究任务、研究对象和发展趋势	(10)
第二章 环境生物培养和分离技术	(12)
第一节 环境微生物基础	(12)
一、环境中微生物的特点与分类	(12)
二、原核微生物	(13)
三、真核微生物	(26)
四、微生物的生理特性	(29)
五、微生物的代谢	(34)
六、微生物的生长	(41)
七、微生物的遗传变异	(44)
八、环境因子对微生物的影响	(46)
九、菌种的退化、复壮及保藏	(47)
第二节 石油化工环境微生物的分离培养技术	(50)
一、无菌技术	(50)
二、纯培养物的分离培养方法	(51)
第三节 石化环境中微生物的纯化与分离	(56)
一、石化环境中的微生物	(56)
二、目的菌的筛选、富集与培养	(57)

三、石化环境中石油降解菌的筛选、驯化	(59)
四、共基质在难降解污染物分解中的作用	(62)
五、培养基的分类	(63)
第四节 石油降解菌筛选实例	(66)
一、材料	(66)
二、方法	(67)
三、分离结果	(68)
四、石油降解菌最优营养条件的确定	(69)
五、筛选菌株在土壤异位修复中的应用	(69)
第三章 生物酶技术	(72)
第一节 概述	(72)
一、酶的简介	(72)
二、酶工程简介及研究内容	(73)
第二节 酶的催化特性	(77)
一、酶为什么能催化化学反应	(78)
二、酶如何降低化学反应的活化能—中间产物学说	(78)
三、酶与普通催化剂的共性	(78)
四、酶催化作用的特性	(79)
第三节 酶的作用原理	(83)
一、酶的分类和命名	(83)
二、酶的作用原理	(84)
三、酶促反应的影响因素	(87)
第四节 酶的产生和分离纯化	(90)
一、微生物酶的发酵生产	(90)
二、酶的分离纯化(优良产酶菌种的筛选)	(93)
三、基因工程菌(细胞)的构建	(99)
四、酶的纯度与活力	(100)
五、酶制剂的保存	(100)
第五节 酶分子修饰	(101)
第六节 酶固定化	(106)
一、固定化方法	(106)
二、固定化酶反应条件的变化	(109)
三、固定化酶(细胞)的特性	(109)
四、固定化酶(细胞)的指标	(112)
第七节 酶反应器	(112)
一、酶反应器的基本类型	(113)
二、酶反应器的设计原则	(114)
三、酶反应器的性能评价	(114)
四、酶反应器的操作	(114)
第八节 生物酶技术在石化行业的应用案例	(115)

第四章 生物基因工程技术 (118)

第一节 概述 (118)

一、基因技术的发展历程 (118)

二、基因技术的内容 (122)

第二节 基因技术的分子生物学基础 (123)

一、DNA 结构和功能 (123)

二、DNA 的变性、复性和杂交 (127)

三、特异性 DNA 片段的 PCR 扩增 (128)

四、DNA 片段的化学合成 (130)

五、DNA 片段的连接重组 (130)

六、遗传信息的传递和中心法则 (132)

第三节 基因工程工具酶 (133)

一、限制性内切核酸酶 (133)

二、连接酶 (134)

三、DNA 聚合酶 (136)

四、DNA 修饰酶 (138)

第四节 基因克隆载体 (138)

一、定义 (138)

二、质粒克隆载体 (139)

三、病毒(噬菌体)克隆载体 (142)

四、染色体定位克隆载体 (145)

五、人工染色体克隆载体 (145)

六、几种特殊用途的染色体载体 (146)

七、载体的必备条件 (147)

八、载体的分类 (147)

第五节 目的基因的获得 (148)

一、基因的概念 (148)

二、目的基因的来源 (148)

三、获得目的基因的途径 (149)

第六节 目的基因导入受体细胞 (151)

一、受体细胞 (151)

二、受体细胞分类 (152)

三、目的基因导入克隆载体 (153)

第七节 重组体的筛选和鉴定 (154)

一、遗传学检测法 (154)

二、DNA 电泳检测法 (155)

三、核酸杂交法 (156)

四、免疫化学类检测法 (158)

第八节 重组子的鉴定 (158)

一、根据重组子 DNA 分子特征鉴定重组子 (158)

二、根据目的基因转录产物(mRNA)鉴定重组子	(160)
三、根据目的基因翻译产物(蛋白质、酶、多肽)鉴定重组子	(160)
第九节 DNA 的序列分析	(161)
一、Maxam - Gilbert 化学降解法	(162)
二、Sanger 双脱氧法	(163)
第十节 分子生态技术	(165)
一、原位荧光杂交	(165)
二、变性梯度凝胶电泳	(167)
三、末端限制性酶切(T - RFLP)	(169)
四、长度异质性 PCR(LH - PCR)	(169)
五、核糖体基因间隔序列分析(RISA)	(170)
六、单链构象多态性分析(SSCP)	(170)
七、实时定量 PCR	(170)
第十一节 基因工程技术在石油化工领域的应用	(171)
一、石油污染降解体系的生物过程研究	(171)
二、石油化工废水生物处理研究	(173)
三、降解石油微生物的筛选、鉴定及基因工程菌的构建	(174)
四、提高原油采收率的耐热产多糖基因工程菌构建	(176)
五、降解石油的超级细菌构建	(176)
第五章 蛋白质技术	(178)
第一节 蛋白质的结构基础	(178)
一、蛋白质结构的基本条件	(178)
二、蛋白质的高级结构	(180)
三、蛋白质分子间的相互关系	(181)
四、蛋白质结构和功能关系	(181)
第二节 蛋白质技术的研究方法	(182)
一、蛋白质技术的研究策略	(182)
二、蛋白质的全新设计	(183)
三、改变现有蛋白质结构	(183)
第三节 蛋白质的纯化和鉴定技术	(184)
一、蛋白质的分离纯化原理及步骤	(184)
二、电泳技术	(189)
三、萃取技术	(193)
四、色谱技术	(194)
五、二维电泳技术(2 - DE 技术)	(200)
六、质谱技术	(201)
七、层析技术	(201)
八、透析技术	(203)
第四节 蛋白质技术在石油化工领域的应用	(205)
一、蛋白质分离纯化	(205)

二、微生物发酵法生产单细胞蛋白	(205)
三、加氧酶在石油化工中的开发应用	(206)
四、用脲水合酶生产丙烯酰胺	(206)
五、原生质体融合技术构建高效驱油细胞工程菌的研究	(206)
六、离子液体在石油化工与能源领域中的应用	(206)
第六章 发酵工程技术	(208)
第一节 发酵与发酵工程概述	(208)
一、什么是发酵	(208)
二、发酵工程的概念及特点	(209)
三、发酵工程的一般特征	(210)
四、发酵工程菌种的特点	(211)
五、发酵生产工艺流程	(212)
第二节 发酵工程的基本内容	(212)
一、发酵工业菌种	(212)
二、发酵工业培养基	(215)
三、发酵罐	(220)
第三节 发酵工程在石油化工领域的应用	(225)
一、发酵法生产有机酸	(225)
二、甘油发酵	(229)
三、丙酮-丁醇发酵	(230)
四、微生物发酵法生产丙烯酰胺	(231)
五、发酵法生产1,3-丙二醇	(232)
第七章 石化废水的生物处理	(235)
第一节 石化废水的性质和特点	(235)
一、石化废水的来源及对环境的污染	(235)
二、石化废水的成分及特点	(236)
第二节 石化废水生物处理的基本原理	(238)
一、石化废水主要组分的生物降解过程	(238)
二、石化废水生物处理的影响因素	(239)
第三节 石化废水的生物处理技术	(242)
一、石化废水的好氧生物处理技术	(242)
二、石化废水的厌氧生物处理技术	(258)
第四节 石化废水生物处理工程实例	(264)
一、高浓度石化废水综合处理工程	(264)
二、纤维滤池在石化废水深度处理中的应用	(267)
第八章 石油污染环境的生物监测与修复技术	(270)
第一节 概述	(270)
一、石油污染环境	(270)
二、生物监测与生物修复的基本概念	(276)
三、生物监测的原理和特点	(279)

四、生物修复的基本原理及影响因素	(279)
第二节 石油污染土壤的生物监测与生物修复	(284)
一、土壤石油污染的生物监测	(284)
二、土壤石油污染的生物修复	(285)
第三节 石油污染水体的生物监测与生物修复	(288)
一、水体污染的生物监测	(288)
二、地下水石油污染的生物修复	(293)
三、海洋石油污染的生物修复	(294)
第四节 石油污染生物修复工程案例	(298)
一、土壤生物修复的应用实例与效果	(298)
二、地下水生物修复的应用实例与效果	(298)
三、海洋生物修复的应用实例与效果	(298)
第五节 生物修复技术的前景和展望	(299)
一、面临的问题与发展趋势	(299)
二、应用和产业化前景	(301)
第九章 生物采油技术	(303)
第一节 微生物与石油勘探	(303)
一、微生物勘探石油的发展历史及原理	(303)
二、生物采油存在的问题及发展趋势	(306)
第二节 本源微生物采油技术	(308)
一、本源采油微生物的种类	(308)
二、微生物群落检测方法 & 生物采油代谢产物的检测方法	(311)
第三节 异源微生物采油技术	(321)
一、异源微生物采油原理	(321)
二、异源微生物采油技术及其影响因素	(323)
第四节 生物采油技术工程实例	(328)
一、辽河油田稠油的生物开采技术	(328)
二、靖边黄家峁油田微生物现场采油	(330)
三、大港油田港西四区微生物采油	(331)
参考文献	(334)

源、矿物等。达到某种目的则包括疾病的预防、诊断与治疗,环境污染的监测和治理等。

二、生物技术的内容

生物技术是由多学科综合而成的一门新学科。以现代生物学为基础,由多学科理论、技术和工程原理相互交融而成,其发展依赖于微生物学、微生物遗传学、分子生物学、生物化学、化学工程学、计算机等学科的发展。根据生物技术操作的对象及操作技术的不同,生物技术主要指基因工程、细胞工程、发酵工程、酶工程和蛋白质工程5项技术。

(一) 基因工程

基因工程(Gene engineering)是20世纪70年代以后兴起的一门新技术,是现代生物技术的核心。它指在基因水平上采用与工程设计相类似的方法,按照人类的需要进行设计和创建具有新性状的生物新品系,并能使之稳定地遗传给后代。基因工程是在分子水平上进行操作,突破物种间的遗传障碍,可以大跨度地超越物种间的不亲和性。其主要原理是应用人工方法把生物的遗传物质,在体外进行切割、拼接和重组,然后将重组的DNA导入某种宿主细胞或个体,从而改变它们的遗传特性,有时还使新的遗传信息(基因)在新的宿主细胞或个体中大量表达,以获得基因产物(如多肽、蛋白质)。

经过近40年的发展,基因工程发展快速,也取得了惊人的成绩。特别是近十年来,基因转移、基因扩增等技术的应用不仅使生命科学的研究发生了新的变化,而且在实际应用领域——医药卫生、农牧业、食品工业、环境保护等方面也展示了其应用价值,不断地在微观和宏观方面改变着人类的生活。同时,基因工程也为生物工程的其他领域提供强有力的技术支撑。

(二) 细胞工程

细胞工程(Cell engineering)是指应用细胞生物学和分子生物学的原理和方法,通过某种工程学手段,在细胞整体水平或细胞器水平上,按照人们的意愿来改变细胞内的遗传物质或获得细胞产品的一门综合科学技术。通俗地讲,细胞工程就是以细胞为基本操作对象,在体外条件下进行培养、繁殖;或人为地使细胞某些生物学特性按人们的意愿发生改变,而达到改良生物品种和创造新品种;或加速繁育动、植物个体;或获得某种有用的物质的过程。细胞工程主要包括动、植物细胞的体外培养技术、细胞融合技术(也称细胞杂交技术)、细胞器移植技术、克隆技术、干细胞技术等。

细胞工程作为科学研究的一种手段,已经渗入到生物工程的各个方面,成为必不可少的配套技术。在农林、园艺和医学等领域中,细胞工程产生的实际应用价值是不容小视的,为人类作出了重大贡献。

(三) 酶工程

所谓酶工程(Enzyme engineering)是利用酶、细胞器或细胞所具有的特异催化功能,对酶进行修饰改造,并借助生物反应器和工艺过程来生产人类所需产品的一项技术。它包括酶制剂的制备、酶的固定化、酶的修饰与改造及酶反应器等内容。

早在4000多年前,我国劳动人民就掌握了酿酒技术,酿酒技术中使用的酒曲就含有大量酶系。近百年来,人们对酶生物合成、结构与催化作用机理的研究得到突飞猛进的发展。20世纪70年代以后伴随着第二代酶——固定化酶及其相关技术的产生,酶工程才算真正登上了历史舞台。目前随着基因工程、发酵工程、信息学、材料学等学科在酶工程中

的应用,酶工程已经成为工业生产中的一支主力军,在食品、医药、化学、环保、军事、农业等领域发挥着巨大的作用。目前酶工程的主要任务是:

(1) 分解天然大分子,如纤维素、木质素等,使低分子有机物聚合、检测与分解有毒物质及废物综合利用等新酶源的开发;

(2) 利用基因工程技术开发筛选新产酶的菌种和提高酶产量;

(3) 固定化酶和细胞、固定化多酶体系及辅助因子的再生,特定生物反应器的研究和应用;

(4) 酶的非水相催化技术,酶分子修饰与改造以及酶型高效催化剂人工合成的研究与应用。

(四) 发酵工程

发酵工程(Fermentation engineering)是指利用微生物生长速度快、生长条件简单以及代谢过程特殊等特点,给微生物提供最适宜的生存条件,利用微生物的某种特定功能,通过现代化技术手段生产出人类需要的产品的工程,又称为微生物工程。它主要包括菌种的选育与生产,发酵条件的优化与控制,反应器的设计及产物的分离、提取与精制等,其中菌种选育是发酵工程的第一核心内容。

发酵工程的基础是工业微生物和应用微生物,是在微生物学、分子生物学,特别是分子遗传学的一些重大基础研究成果的基础上发展起来的。发酵工程作为生物技术的一个极其重要的分支,是生物技术实现产业化的关键。

现代发酵工程在各个领域的不断渗入,使我们的生活与之联系越来越紧密。利用发酵工程不但可以生产酒精类饮料、碳酸和面包等生活食品,而且还可以生产胰岛素、干扰素、生长激素、抗生素和疫苗等医疗保健药物,还可以生产天然杀虫剂、细菌肥料和微生物除草剂等农业物资,在化学工业上生产氨基酸、香料、食品添加剂、生物高分子、酶、维生素和单细胞蛋白等。

(五) 蛋白质工程

蛋白质工程(Protein engineering)是指在基因工程的基础上,结合蛋白质结晶学、计算机辅助设计和蛋白质化学等多学科的基础知识,通过对基因的人工定向改造等手段,从而达到对蛋白质进行修饰、改造、拼接以产生能满足人类需要的新型蛋白质的技术。其内容主要体现在两个方面:根据人们实际需要合成具有特定氨基酸序列和空间结构的蛋白质;确定蛋白质化学组成、空间结构与生物功能之间的关系。蛋白质工程开创了按照人类意愿改造、创造符合人类需要的蛋白质的新时期。

应该指出,上述五项技术并不是各自独立的,它们彼此之间是互相联系、互相渗透的。作为生物技术核心内容的基因工程与细胞工程为发酵工程的菌种选育、酶工程和蛋白质工程中酶蛋白的改造等领域提供技术支持;通过基因工程技术对酶进行改造以增加酶的产量、酶的稳定性以及提高酶的催化效率等;而发酵工程则为基因工程、细胞工程、酶工程和蛋白质工程等领域的高科技成果实现产业化的关键。因此,作为核心内容的基因工程的发展,带动了生物工程其他领域的全面发展,已受到世界各国的普遍重视。

三、生物技术的发展

生物技术不是一门新学科,其发展历史悠久,可分为传统生物技术和现代生物技术。

现代生物技术是从传统生物技术发展而来的。

(一) 传统生物技术的产生

传统生物技术应该说从史前时代起就为人们所开发和利用,造福人类。石器时代后期,我国人民就会利用谷物造酒,这是最早的发酵技术;公元前 221 年,周代后期,我国人民就能制作豆腐、酱和醋,并一直沿用至今;公元 10 世纪,我国就有了预防天花的活疫苗,到了明代,就已经广泛地种植痘苗以预防天花。在西方,苏美尔人和巴比伦人在公元前 6000 年就已开始啤酒发酵;埃及人则在公元前 4000 年就开始制作面包。

1676 年,荷兰人 Leeuwen Hoek (1632 ~ 1723) 制成了能放大 170 ~ 300 倍的显微镜并首先观察到了微生物。19 世纪 60 年代,法国微生物学家巴斯德(1822 ~ 1885)通过多年的实验证明酒、醋等的酿造过程是由微生物引起发酵,而且不同的发酵是由不同种类的微生物引起的,并首先建立了微生物的纯种培养技术,从而为发酵技术的发展提供了理论基础,使发酵技术纳入了科学的轨道。到了 20 世纪 20 年代,工业生产中开始采用大规模的纯种培养技术发酵化工原料丙酮、丁醇。20 世纪 50 年代,在青霉素大规模发酵生产的带动下,发酵工业和酶制剂工业大量涌现。发酵技术和酶技术被广泛应用于医药、食品、化工、制革和农产品加工等部门。20 世纪初,遗传学的建立及其应用,产生了遗传育种学,并于 20 世纪 60 年代取得了辉煌的成就,被誉为“第一次绿色革命”。细胞学的理论被应用于生产而产生了细胞工程。这一阶段的生物技术,由于没有高新技术的参与,仍然被看成是传统生物技术。

(二) 现代生物技术的发展

现代生物技术是以 20 世纪 70 年代 DNA 重组技术的建立为标志的。1944 年 Avery 等阐明了 DNA 是遗传信息的携带者。1953 年 Watson 和 Crick 提出了 DNA 的双螺旋结构模型,阐明了半保留复制模式,从而开辟了分子生物学研究的新纪元。由于一切生命活动都是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。1961 年 Khorana 和 Nirenberg 破译了遗传密码,揭开了 DNA 编码的遗传信息是如何传递给蛋白质这一秘密。基于上述基础理论的发展,1972 年 Berg 首先实现了 DNA 体外重组技术,标志着生物技术的核心技术——基因工程技术的开始。DNA 体外重组技术向人们提供了一种全新的技术手段,使人们可以按照意愿在试管内切割 DNA、分离基因并经重组后导入其他生物或细胞,可以改造农作物或畜牧品种;也可以导入细菌这种简单的生物体,由细菌生产大量有用的蛋白质,或作为药物,或作为疫苗;也可以直接导入人体进行基因治疗,显然,这是一项技术上的革命。以基因工程为核心,带动了现代发酵工程、现代酶工程、现代细胞工程以及蛋白质工程的发展,形成了具有划时代意义和战略价值的现代生物技术。

四、生物技术的应用

生物技术的应用已日益广泛。当今的生物技术正在以空前的速度变革传统的经济,人们已经看到迅速萌发出来的生物经济活力。

可以这样讲,从人类播种下第一枚种子开始,人类就开始利用生物技术为自己的生存服务了;从传统生物技术在食品领域的应用,到现代生物技术人类利用动植物细胞的遗传物质,在分子水平上改造生物性状。可以说生物技术的应用领域变得越来越广泛,它包括