

现代环境微生物技术(第2版)

Modern Environmental
Microbial Technology
(Second Edition)

● 张兰英 刘娜 王显胜 主编

● Zhang Lanying, Liu Na, Wang Xiansheng

清华大学出版社

内容简介

本书全面、系统地介绍了环境微生物学的基本理论和最新研究成果，重点介绍了环境微生物学在污水处理、固体废物处理、土壤修复、生物修复、环境检测、环境工程等方面的应用。本书可作为环境工程、环境微生物学、环境生物技术等相关专业本科、硕士、博士的教学用书，也可供从事环境微生物学工作的工程技术人员参考。

清华大学出版社
北京

现代环境微生物技术(第2版)

Modern Environmental Microbial Technology (Second Edition)



张兰英 刘娜 王显胜 主编

Zhang Lanying, Liu Na, Wang Xiansheng

责任编辑：李红英
封面设计：李红英
责任印制：李红英

清华大学出版社
地址：北京清华大学学研大厦A座
邮编：100084
电话：(010) 62770175
网址：http://www.tup.tsinghua.edu.cn

清华大学出版社
地址：北京清华大学学研大厦A座
邮编：100084
电话：(010) 62770175
网址：http://www.tup.tsinghua.edu.cn

2009年8月第1次印刷

2009年8月第1次印刷
ISBN 978-7-302-12519-3
定价：38.00元

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书全面介绍了现代微生物技术的理论基础及其在环境保护方面的应用。全书共 16 章,系统介绍了环境生物技术的定义、基本特征、研究内容等问题,有机污染物生物降解与转化原理、途径,微生物固定化技术,好氧与厌氧活性污泥法生物处理废水的生物相、原理、动力学及影响因素,生物脱氮除磷技术,有机固体废物、污染大气微生物处理技术,污染场地的生物修复技术,微生物絮凝剂和微生物吸附剂,基因工程菌的构建技术,环保酶制剂、PCR 技术、DNA 芯片技术、生物传感器原理及其在环境保护中的应用。

本书可作为高等院校环境、生物等专业的教材,并供相关科技人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

现代环境微生物技术/张兰英等主编. —2 版. —北京:清华大学出版社,2007.9

ISBN 978-7-302-15619-2

I. 现… II. 张… III. 环境生物学:微生物学 IV. X172

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 119302 号

责任编辑:柳 萍

责任校对:赵丽敏

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:26

字 数:628 千字

版 次:2007 年 9 月第 2 版

印 次:2007 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.80 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。
联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:025489-01



现代环境微生物技术涉及众多学科领域,是一门集现代生物技术、现代微生物学、环境科学、环境生态学、环境工程学、有机化学等多学科交叉的新兴学科。它是由现代微生物技术与环境污染防治工程及其他工程技术紧密结合而形成的。

由吉林大学教授、博士生导师张兰英主编的《现代环境微生物技术》一书凝聚了她多年的教学经验和科研成果。书中体现了现代环境微生物技术的最新理论和最新技术,并注重专业基础理论与前沿理论的衔接,传统方法与现代技术相结合。如引进基因工程菌、构造高效微生物净化环境、PCR 基因扩增 DNA 多态分析技术、DNA 芯片技术、生物絮凝剂基本理论与技术、微生物吸附(固定化)的基本理论与技术、环境中酶制剂理论与技术、污染场地修复、生物补救技术以及微生物传感器等新内容。

该书的出版对于培养环境科学与环境工程、水文与水资源等学科的学生,拓宽专业知识面,开阔技术视野,加强环境保护的理论功底会起一定的作用。特别是对学生的创新能力、分析问题和解决问题能力的培养将有较好的效果。同时对迫切需要了解和掌握现代环境微生物技术的科学工作者和工程技术人员大有裨益。

在《现代环境微生物技术》一书即将出版之际,写此为序,衷心祝愿从事环境科学和环境工程技术研究的科学工作者和大专院校的师生们能为我国的环境科学的发展做出新的贡献。

中国科学院院士

2007年7月25日

随着科学技术的不断进步和世界经济的迅猛发展,人类利用和改造自然的能力大大加强,同时也使资源消耗和废物排放量显著增多,自然环境的组成和结构受到了极大的影响,从而破坏了人类与自然的和谐关系。诸如环境污染、生态破坏、资源短缺、酸雨蔓延、全球气候变化、臭氧层出现空洞等现象,是由于人类在发展中对环境采取了不公正、不友好的态度和做法的结果。可以毫不夸张地说,人类正遭受着严重环境问题的威胁和危害。这种威胁和危害已关系到人类的健康、生存与发展,更危及地球的命运和人类的前途。

面对如此严峻的威胁与挑战,我国政府十分重视生态环境保护,提出了在确保发展经济的同时,坚持走可持续发展的道路,使国民经济建设与环境保护同步协调发展。

近几年来,在我国政府对环境污染治理和疾病预防方面逐年增加投入力度的基础上,环境质量已有明显的改善,人们的环保意识有所增强。为进一步提高全民的环保意识,需要更科学地了解生物与环境间的协调关系,研究生物与污染物的相互作用,包括合适生物物种、适宜方法或手段的选用以及过程、装备的设计,并通过一定的条件去改造被污染的环境。因此,为生物工程、环境工程等专业的学生开设一门有关环境微生物技术原理的课程,对于促进学科交叉、推动环保事业的发展具有十分重要的意义。

本书经过两年的教学实践,进行了全面的审核,并把有关内容进行了修编,新编后的教材全面地介绍了现代微生物技术在环境保护方面的应用。全书共分16章,第1章绪论部分系统阐述了环境生物技术的定义、基本特征、研究内容等问题;第2章介绍了有机污染物的生物降解转化原理;第3章论述了有机污染物生物降解途径;第4章阐述了微生物固定化技术;第5章论述了好氧活性污泥法生物处理废水的生物相、原理、动力学及影响因素等内容;第6章论述了厌氧活性污泥法生物处理废水的生物相、原理、动力学及影响因素等内容;第7章介绍了生物脱氮除磷技术;第8章介绍了有机固体废物微生物处理技术;第9章系统介绍了污染大气(有机废气、无机废气)生物处理技术;第10章介绍了污染场地的生物修复技术;第11章介绍了环保酶制剂及在环境保护中的应用;第12章介绍了微生物絮凝剂和微生物吸附剂;第13章阐述了基因工程菌的构建技术;第14章介绍了PCR技术及在环境保护中的应用;第15章介绍生物传感器原理及在环境保护中的应用;第

16章介绍了DNA芯片技术及在环境保护中的应用。每章后附有习题。

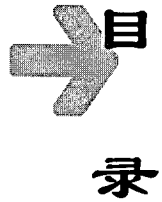
本书由吉林大学张兰英教授主编,参加本书编写的有张兰英(第1、3、4章),王显胜(第7章),刘娜(第2、9、10章),高松(第15章),刘鹏、杨雪梅(第5、6章),张玉玲、马会强(第8章、11章),赵喆(第12章),任何军(第13章),刘睿(第14章),孙立波(第16章)。全书由张兰英统稿。

本书是在参阅了大量国内外有关最新文献资料,并结合作者多年的科研成果及工程实践的经验基础上完成的。可供环境科学和环境工程专业的本科生和研究生作为教材或教学参考书使用,也可供相关专业的教师和研究参考。

由于环境微生物技术是一门涉及方面甚广,尚且在发展之中的学科,加上我们自身的专业知识、学术水平以及研究实践经验有限,书中难免有不妥及错误之处,我们真诚希望有关专家、学者和同学们提出宝贵的意见与建议,以便在再版中进一步修正和完善。

编者

2007年2月于吉林大学



第 1 章 绪论	1
1.1 生物技术概论	1
1.1.1 生物技术的定义	1
1.1.2 生物技术的发展	2
1.1.3 现代生物技术研究的内容	3
1.2 环境生物技术	3
1.2.1 环境生物技术的基本特征和研究内容	3
第 2 章 有机污染物生物降解与转化原理	6
2.1 生物氧化的方式与代谢的基本过程	6
2.1.1 生物氧化的方式	6
2.1.2 有机污染物代谢的基本过程	7
2.2 自然界中生物有机物分解的代谢途径与产能	8
2.2.1 蛋白质的降解	9
2.2.2 脂质物质的转化	12
2.2.3 多糖类的转化	13
2.3 有机污染物生物降解的动力学	21
2.3.1 幂指数定律	22
2.3.2 双曲线定律	23
2.4 共代谢的原理	24
2.4.1 共代谢基质与共代谢微生物	24
2.4.2 共代谢的原理	25
2.4.3 共代谢研究的应用前景	27
2.5 微生物对污染物的去毒与激活作用	27
2.5.1 微生物对污染物的去毒作用	27
2.5.2 微生物的激活作用	31
习题	38

第3章 有机污染物的生物降解途径	39
3.1 烃类污染物的生物降解	39
3.1.1 脂肪烃的生物降解	39
3.1.2 芳香烃化合物的生物降解	44
3.2 烃类衍生物的生物降解	57
3.2.1 卤代烃的生物降解	57
3.2.2 含氮芳香烃类污染物的生物降解	72
3.2.3 有机磷农药的生物降解	78
3.2.4 含氧的烃类污染物的生物降解	80
3.2.5 表面活性剂的生物降解	82
3.3 有机金属的生物降解	85
3.3.1 假单胞菌 K62 对汞化物的还原作用	85
3.3.2 有机汞分解反应的机制	86
3.3.3 其他抗汞微生物的作用	86
3.3.4 抗汞细菌在消除汞污染中的应用	87
习题	87
第4章 微生物固定化技术	88
4.1 细胞固定化技术	88
4.1.1 细胞固定化方法	88
4.1.2 固定化细胞动力学	92
4.1.3 细胞固定化的影响因素	98
4.1.4 固定化细胞的性能评价	100
4.1.5 细胞固定化技术的应用	101
4.2 固定化生物膜技术	102
4.2.1 生物膜固定化方法	102
4.2.2 生物膜形成机理	104
4.2.3 生物膜的生物相	106
4.2.4 生物膜的除污机理	107
4.2.5 生物膜的性能评价	108
4.2.6 生物膜技术的应用	111
习题	112
第5章 好氧活性污泥法处理废水	113
5.1 好氧活性污泥的生物相	113
5.1.1 活性污泥中的生物相	114
5.1.2 活性污泥的性质	117
5.2 活性污泥菌胶团的净化反应原理	117

5.2.1	活性污泥菌胶团的形成	117
5.2.2	活性污泥的净化反应原理	118
5.2.3	活性污泥性能及数量的评价指标	120
5.3	活性污泥反应动力学	121
5.3.1	劳伦斯-麦卡蒂模式的基础概念	122
5.3.2	劳伦斯-麦卡蒂模式的基本方程式	123
5.3.3	劳伦斯-麦卡蒂基本方程式的应用	123
5.3.4	动力学系数的测定	125
5.4	活性污泥净化反应的影响因素	126
5.4.1	营养物质	126
5.4.2	溶解氧	127
5.4.3	pH 值	127
5.4.4	温度	128
5.4.5	有毒物质(抑制物质)	128
5.4.6	有机负荷率	129
5.5	污泥膨胀的原因及对策	129
5.5.1	污泥膨胀的原因	129
5.5.2	污泥膨胀的一般解决办法	131
	习题	133
第 6 章	厌氧活性污泥法生物处理废水	134
6.1	厌氧生物处理废水的生物相	134
6.1.1	产酸菌(非产甲烷菌)	134
6.1.2	产甲烷菌	135
6.1.3	厌氧微生物群体间的关系	139
6.2	厌氧生物处理废水的净化反应原理	140
6.2.1	水解阶段	140
6.2.2	发酵(或酸化)阶段	141
6.2.3	产乙酸阶段	142
6.2.4	产甲烷阶段	144
6.2.5	缺氧条件下的其他生物降解作用	145
6.3	厌氧处理废水的动力学	146
6.3.1	水解阶段不溶性底物的转化速率	147
6.3.2	溶解性底物的转化速率与细胞产率	147
6.4	厌氧处理废水的影响因素	148
6.4.1	温度	148
6.4.2	pH 值	150
6.4.3	营养物与微量元素	152
6.4.4	有毒物质	153

6.4.5	氧化还原电位	153
6.5	固定化颗粒污泥的形成机理	153
6.5.1	污泥颗粒化的定义	153
6.5.2	颗粒污泥的性质和基本组成	154
6.5.3	颗粒污泥的微生物相	155
6.5.4	颗粒污泥的结构	156
6.5.5	污泥颗粒化过程	157
6.5.6	影响颗粒污泥形成的因素	159
6.5.7	污泥颗粒化的优点	161
	习题	161
第7章	生物脱氮除磷技术	162
7.1	水体中氮、磷的危害性	162
7.1.1	水体中氮的危害	162
7.1.2	水体中磷的危害	163
7.2	废水生物脱氮	164
7.2.1	废水生物脱氮方法	164
7.2.2	生物脱氮原理	166
7.3	废水生物除磷	172
7.3.1	废水生物除磷方法	172
7.3.2	生物除磷原理	174
7.3.3	生物除磷动力学	175
7.3.4	影响生物除磷过程的因素	177
	习题	178
第8章	有机固体废物微生物处理技术	179
8.1	有机固体废物好氧堆肥	179
8.1.1	堆肥原料	179
8.1.2	堆肥中的微生物	180
8.1.3	堆肥化过程	182
8.1.4	堆肥腐熟的评价方法——腐熟度	183
8.1.5	好氧堆肥化原理	184
8.1.6	好氧堆肥化过程动力学原理	184
8.1.7	好氧堆肥化工艺及过程参数控制	187
8.2	有机固体废物生物转化沼气	195
8.2.1	沼气发酵的原料和微生物	195
8.2.2	甲烷发酵的生物化学过程	196
8.2.3	产甲烷菌产生甲烷的原理	197
8.2.4	沼气发酵装置	198

8.2.5	沼气发酵的影响因素	198
8.2.6	沼气发酵的应用	199
8.3	有机固体废物发酵制备酒精	200
8.3.1	酒精发酵的原料和微生物	200
8.3.2	酒精发酵的生化过程	201
8.3.3	酒精发酵的原理	201
8.4	有机固体废物发酵制备单细胞蛋白	204
8.4.1	生产单细胞蛋白的原料和微生物	204
8.4.2	生产单细胞蛋白方法	205
8.4.3	单细胞蛋白的应用	206
	习题	208
第9章	废气生物处理技术	209
9.1	有机废气生物处理技术	209
9.1.1	有机废气生物处理原理	210
9.1.2	有机废气生物处理方法	210
9.2	无机废气生物处理技术	218
9.2.1	二氧化碳的微生物固定	218
9.2.2	硫化氢的生物处理	223
9.2.3	氮氧化物的生物处理	223
	习题	224
第10章	污染场地的生物修复技术	225
10.1	原位生物修复基础	225
10.1.1	现场调查和可行性分析	225
10.1.2	设计和实施生物修复工艺及工艺评价	226
10.1.3	原位生物修复微生物及制剂	226
10.1.4	原位生物修复技术的影响因素	229
10.1.5	原位生物修复过程的物料平衡计算	230
10.1.6	可修复性试验方法	231
10.2	污染地下水的原位生物修复	233
10.2.1	地下水自然生物修复	233
10.2.2	强化自然生物修复技术	234
10.2.3	强化人工生物修复	241
10.3	污染土壤的生物修复	253
10.3.1	原位生物修复工艺	254
10.3.2	非原位生物修复工艺	255
10.3.3	生物反应器修复工艺	257
10.3.4	污染土壤修复的研究趋势与展望	258
10.4	污染河流和湖泊的生物修复	260

10.4.1	污染河流的生物修复	260
10.4.2	污染湖泊的生物修复	264
10.5	污染海洋的生物修复	266
10.5.1	海洋石油污染的修复	266
10.5.2	海洋赤潮污染的修复	269
10.5.3	海洋农药污染的修复	270
习题		270
第 11 章	酶制剂降解有机污染物的技术	271
11.1	酶制剂的提取与分离纯化	271
11.1.1	酶的原料选择	271
11.1.2	酶生物原料的预处理	272
11.1.3	酶的分离纯化	274
11.2	酶的作用原理	275
11.2.1	酶的催化特性	275
11.2.2	酶催化原理	276
11.3	单、双加氧酶	278
11.3.1	单加氧酶	278
11.3.2	双加氧酶	284
11.3.3	共代谢相关的酶	285
11.4	木素过氧化物酶	287
11.4.1	木素过氧化物酶的生产方法	288
11.4.2	黄孢原毛平革菌降解有机污染物的机理	292
11.4.3	黄孢原毛平革菌降解有机污染物的动力学	296
11.4.4	木素过氧化物酶在有机污染物降解中的应用	296
11.5	漆酶	297
11.5.1	漆酶的产生方法	297
11.5.2	漆酶活力测定方法	298
11.5.3	漆酶结构和性质	299
11.5.4	催化氧化反应机理	299
11.5.5	漆酶在工业中的应用	300
习题		301
第 12 章	微生物净水剂	302
12.1	微生物絮凝剂	302
12.1.1	微生物絮凝剂的制备	302
12.1.2	微生物絮凝剂絮凝活性影响因素	306
12.1.3	微生物絮凝剂的絮凝机理	307
12.1.4	微生物絮凝剂的应用	311
12.2	微生物吸附剂	313
12.2.1	微生物吸附剂的制备	313

12.2.2	微生物吸附剂的吸附机理	317
12.2.3	微生物吸附剂吸附效果影响因素	321
12.2.4	微生物吸附剂的应用	323
习题	324
第 13 章	基因工程菌的构建	325
13.1	基因工程菌的构建原理	326
13.1.1	目的基因的获得	326
13.1.2	载体的选择	329
13.1.3	目的基因导入受体细胞	335
13.1.4	重组体的筛选	337
13.2	基因工程菌的构建	340
13.2.1	基因工程菌构建方法	341
13.2.2	构建具有特殊功能的菌株	341
13.2.3	构建降解菌拓宽氧化酶的专一性	342
13.2.4	构建基因工程菌增强无机磷的去除	344
13.3	基因工程菌的应用	345
13.3.1	优化污染物的降解途径	345
13.3.2	利用质粒突变筛选高效降解菌	348
13.3.3	增强细菌的环境适应性	349
习题	351
第 14 章	PCR 技术在环境保护中的应用	352
14.1	PCR 技术简介	352
14.2	PCR 的反应原理	353
14.2.1	PCR 技术的原理	353
14.2.2	PCR 的反应动力学	353
14.3	PCR 的引物设计和 DNA 聚合酶	354
14.3.1	引物设计	354
14.3.2	DNA 聚合酶	357
14.4	PCR 技术的发展	360
14.4.1	PCR 技术的改进	360
14.4.2	多重 PCR 的应用	361
14.5	PCR 技术在环境检测中的应用	363
14.5.1	PCR 在环境微生物检测中应用的方法	363
14.5.2	PCR 在环境微生物检测中的应用	364
习题	365
第 15 章	生物传感器	366
15.1	生物传感器的分类	366

15.2	酶传感器	367
15.2.1	酶传感器的工作原理	367
15.2.2	酶传感器的分类	367
15.3	微生物传感器	371
15.3.1	工作原理与分类	372
15.3.2	电化学微生物传感器	373
15.4	细胞传感器	379
15.4.1	细胞传感器的工作原理与分类	379
15.4.2	细胞器传感器	381
15.5	生物传感器在环境监测中的应用	382
15.5.1	生物传感器在水环境监测中的应用	382
15.5.2	生物传感器在大气环境监测中的应用	383
15.5.3	生物传感器在其他环境监测方面的应用	383
	习题	384
第16章 基因芯片技术及其应用		385
16.1	DNA 芯片技术	385
16.1.1	基因芯片的概念	385
16.1.2	基因芯片的特点	385
16.1.3	基因芯片的类型	386
16.2	DNA 芯片的构建	386
16.2.1	原位光蚀刻合成法	387
16.2.2	点样法	387
16.2.3	化学喷射法	389
16.2.4	电子芯片法	390
16.2.5	三维芯片法	390
16.2.6	流过式芯片法	390
16.3	DNA 芯片的作用原理与性能	390
16.3.1	作用原理	390
16.3.2	DNA 芯片的性能	391
16.4	生物芯片的杂交与信号检测系统	391
16.4.1	生物芯片的杂交	391
16.4.2	DNA 芯片检测原理	392
16.4.3	荧光标记杂交信号的检测方法	392
16.5	基因芯片技术在环境保护方面的应用	394
16.6	基因芯片技术的发展前景与存在的问题	395
	习题	396
	参考文献	397

绪 论

1.1 生物技术概论

1.1.1 生物技术的定义

生物技术(biotechnology)的概念最初是由匈牙利工程师 Karl Ereky 于 1917 年提出的,当时他受以甜菜作养猪饲料这一过程的启发而提出了生物技术这一概念,即最初的生物技术实质上是利用生物将原料转化为产品。

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和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,这一过程称为生物反应过程(bio-process)。

1986 年中国《高新技术研究发展计划纲要》中指出:生物技术与航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、新能源技术、新材料技术一起被列在我国重要发展的高新技术的首位。同年,国家科委制定的《中国生物技术政策纲要》中将生物技术定义为: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特殊目的。

工程技术手段主要是指基因工程、酶工程、细胞工程和发酵工程等技术。

(1) 基因工程

将人们所需要的基因从 DNA 或染色体上切割下来,或人工合成,在细胞体外将该基因连接到载体上,通过转化或转导将重组的基因组送入受体细胞,使后者获得复制该基因的能力,从而达到定向地改变(菌)种的遗传特性或创造新(菌)种的目的。

(2) 酶工程

利用生物有机体内酶所具有的某些特异催化功能,借助固定化、生物反应器和生物传感器等,高效优质地生产特定产品的一种技术。它包括酶的生产、分离提取、精制,酶在游离状态下的利用、固定化酶和固定化细胞的制备和利用,酶反应器的应用等技术。

(3) 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。细胞工程是动植物细胞的人工培养技术的研究领域,它包括细胞的原生质体融合技术、植物细胞培养技术、动物细胞培养技术。

(4) 发酵工程

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。包括传统的发酵(酿酒、发酵调味品、酒精等和通风发酵),如抗生素、氨基酸、有机酸、酶制剂、单细胞蛋白、维生素、激素、疫苗等发酵工艺,菌种,代谢调控,新型发酵设备(反应器)以及产品的回收、精制工艺和设备。

改造生物体是指获得优良品质的动物、植物或微生物品种。生物原料则是指生物的一部分或生物生长过程中所能利用的一些物质,如淀粉、糖蜜、纤维素等有机物以及一些无机化合物等。

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,达到包括疾病的预防、诊断、治疗、环境污染的监测与治理等目的。

1.1.2 生物技术的发展

(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)首先证实了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,从50年代开始,在青霉素发酵带动下,酶制剂大量涌现,发酵技术与酶技术结合在医疗、化工、食品、制革、农产品加工等领域部门大量应用。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”。尽管不具有生物技术的高新特点,常常却被称为传统生物技术。传统生物技术是通过微生物的初期发酵来生产商品的。

传统生物技术研究的主要内容是最大限度地提高发酵过程的整体产率,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,生物转化这个环节往往是条件最难优化的一个环节。通常用于大规模生产的培养条件往往是在自然条件下微生物的最佳生长条件。因此,人们一般通过化学突变、化学诱变或用紫外光照射来生产突变菌体,从而改良菌种,提高产率,使传统的诱变突变和选择的方法在生物技术中获得了较大成功。

此后,在发酵工业的带动下,20世纪50年代氨基酸工业得到了大规模的发展,60年代又出现了酶制剂工业,与此同时,化学工程与生物反应过程的开发相结合,一门新兴的交叉学科“生物化学工程”诞生了,并取得了迅速发展。但是这些传统的工艺和方法对提高产品产量的幅度是非常有限的,如果一个突变的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于化学工程和微生物工程领域内。

(2) 现代生物技术

从1944年起Avery阐明了DNA是遗传信息的携带者,到1953年Watson和Crick发现了DNA的双螺旋结构,阐明了DNA的半保留复制机制,奠定了现代分子生物学的基础,开辟了分子生物学研究的新纪元,从而使人们对生命的认识进入了分子水平。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富有创造性和挑战性的研究领

域。1961 年 M. Nirenberg 教授破译了遗传密码,揭开了 DNA 编码的遗传信息是如何传递给蛋白质的这一秘密。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。虽然这次实验没有得到任何有价值的基因,但实验的重大意义使世界各国的科学家受到了启发。随后,围绕着 DNA 重组和克隆的概念,各种操作技术层出不穷,不断完善,且新技术和新方法迅速在市场上得以应用,改变了传统生物技术研究的内容和结构,使传统生物技术迅速完成了向现代生物技术的转化,成为代表 21 世纪的具有发展前景的新兴学科和产业,并已渗透到政治、经济、军事、社会发展的各个方面。

1.1.3 现代生物技术研究的内容

在现代高新技术领域中,现代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。现代生物技术研究的主要内容包括基因工程、酶工程、细胞工程、发酵工程、蛋白质工程等技术体系。这些技术之间彼此互相联系、互相渗透、协同发展。其中,基因工程技术是核心技术,它能带动其他技术,通过基因工程对细菌或细胞进行改造,再通过发酵工程或细胞工程来生产有用的物质。

随着科学技术的飞跃发展,生物技术与其他学科之间相互渗透,又产生出了许多分支学科,如农业生物技术、医药生物技术、家畜生物技术、海洋生物技术、生物技术疫苗、生物技术诊断,等等。

目前就生物技术应用领域而言,已经形成了较为完善的农业生物技术、医学生物技术、植物生物技术、动物生物技术、食品生物技术、环境生物技术等领域。这些技术在改善农作物产量及品质、发展畜牧业生产、提高生命质量、延长人类的寿命、治理环境污染、解决能源危机等方面显示出了极其广阔的应用前景。

1.2 环境生物技术

1.2.1 环境生物技术的基本特征和研究内容

1. 环境生物技术的基本特征

生物技术中的发酵工程是一项最早涉足于环境保护领域的工程技术,如利用农业废物沤制堆肥在我国农村有着十分悠久的历史,活性污泥法处理废水经历了 80 年的历程,被认为是近代生物技术起源的组成部分。即使现今的一些废水生物处理工程,从某种意义上说,也就是大规模的发酵工程。近 80 年来,现代生物技术的多数内容都已渗入到环境工程领域中。

环境生物技术 (environmental biotechnology, EBT) 也可称为环境生物工程 (environmental bioengineering), 是近 20 年来发展起来的一种由现代生物技术与环境工程相结合的新兴交叉学科。广义的环境生物技术涉及的面很广,凡自然环境中涉及环境控制的一切与生物技术有关的技术,都可归结为环境生物技术。由于环境生物技术是一门新兴