



# 现代环境微生物技术

张兰英 刘娜 孙立波 等 编著

清华大学出版社

# 现代环境微生物技术

---

张兰英 刘娜 孙立波 等 编著

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这个多学科交叉领域。

全书共 19 章。包括有机污染物的种类,微生物的培养技术、育种方法、固定化技术,基因工程菌的构建,活性污泥处理废水,生物脱氮除磷,有机固体废物和废气的微生物处理,环境污染的生物修复,环保酶制剂,微生物絮凝剂和吸附剂,生物传感器,PCR 和 DNA 芯片技术在环境保护中的应用等内容。

读者对象:大专院校环境、生物专业的学生,从事环境科学和工程的技术人员。

版权所有,翻印必究。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,刘娜,孙立波等编著. —北京:清华大学出版社,2005.7

ISBN 7-302-10644-4

I. 现… II. ①张… ②刘… ③孙… III. 环境科学:微生物学 IV. X172

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 019254 号

出 版 者:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:柳 萍

文稿编辑:刘明华

版式设计:刘祎森

印 刷 者:北京季蜂印刷有限公司

装 订 者:三河市春园印刷有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:27.75 字数:690 千字

版 次:2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-10644-4/X·67

印 数:1~3000

定 价:39.00 元



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,是一部难得的好教材。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、污染物现场修复与生物补救技术以及微生物传感器等新内容。该教材并没有以传统的环境处理工艺为出发点,而是以微生物处理技术的基本理论基本方法为出发点,是理论与技术相结合的体系。

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

2004年3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自然环境采取了不公正、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;尤其是我国经历了突发性“非典”事件以后,使我们对环境保护意义与重要性的认识更为深刻。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,包括适合生物物种、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。

本书较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19章,第1章介绍了优先控制有机污染物的种类与生物降解性预测。第2章介绍了微生物培养技术的相关内容,如环境中微生物的种类、分离和驯化等技术。第3章论述了微生物育种的基本方法。第4章阐述了基因工程菌的构建技术。第5、第6章介绍了有机污染物的生物降解转化原理及途径。第7章介绍了微生物固定化技术。第8、第9章系统介绍了好氧与厌氧活性污泥法生物处理废水的生物相、原理、动力学及影响因素等内容。第10章为生物脱氮除磷技术。第11章为有机固体废物微生物处理技术。第12章介绍了废气(有机废气、无机废气)生物处理技

术。第 13 章介绍了环境污染的生物修复技术。第 14 章介绍了环保酶制剂。第 15、第 16 章介绍了微生物絮凝剂和微生物吸附剂。第 17 章介绍了生物传感器原理。第 18、第 19 章介绍了 PCR 技术和 DNA 芯片技术在环境保护中的应用。章后附有习题,有助于读者进一步练习。

本书由吉林大学张兰英教授主编,参加本书编写工作的人员有刘娜(第 1、第 12、第 13、第 17 章),杨雪梅、张兰英(第 2、第 8 章),王显胜(第 3 章),袁晓玲、张兰英(第 5、第 6 章),李慧芳、张兰英(第 4、第 7 章),赵喆、张兰英(第 9、第 10、第 14 章),张玉玲、汪玉花(第 11 章),张玉玲、张兰英(第 15、第 16 章),刘睿(第 18 章),孙立波(第 19 章)。全书由张兰英教授和孙立波副教授统稿。

本书是在参阅了大量国内外有关方面最新文献资料,并结合作者多年的科研成果及工程实践经验基础上完成的。由于环境微生物技术是一门涉及面甚广,尚在发展之中的学科,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,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

2004 年 12 月于吉林大学



绪论 .....	1
0.1 生物技术概论 .....	1
0.1.1 生物技术的定义 .....	1
0.1.2 生物技术的发展 .....	2
0.1.3 现代生物技术研究的内容 .....	3
0.2 环境生物技术 .....	3
0.2.1 环境生物技术的基本特征和研究内容 .....	3
<b>第 1 章 优先控制有机污染物的种类与生物降解性预测 .....</b>	<b>6</b>
1.1 优先控制有毒有机污染物的种类 .....	6
1.1.1 国外优先控制的有机污染物 .....	6
1.1.2 中国优先控制的有机污染物 .....	9
1.2 污染物生物降解性及其预测 .....	10
1.2.1 污染物生物降解性 .....	10
1.2.2 污染物生物降解性的预测方法 .....	13
习题 .....	15
<b>第 2 章 环境微生物培养技术 .....</b>	<b>16</b>
2.1 环境微生物的种类 .....	16
2.1.1 常见环境微生物 .....	16
2.1.2 极端环境微生物 .....	20
2.2 环境微生物的富集与分离 .....	21
2.2.1 普通纯培养菌株的富集与分离 .....	22
2.2.2 有机污染物降解菌的富集与分离 .....	24
2.2.3 共代谢基质降解菌的富集与分离 .....	26
2.2.4 共生菌的富集与分离 .....	26
2.3 环境微生物的生长与影响因素 .....	27
2.3.1 微生物的生长 .....	27
2.3.2 微生物生长的影响因素 .....	31

2.4	环境微生物的驯化	34
2.4.1	驯化方法	35
2.4.2	影响驯化期的环境因素	36
	习题	37
<b>第3章</b>	<b>微生物的育种</b>	<b>38</b>
3.1	自然选育	38
3.1.1	菌种衰退原因的分析	38
3.1.2	自然选育方法	39
3.2	诱变育种	40
3.2.1	诱变育种方案设计	40
3.2.2	诱变原理	43
3.3	微生物杂交育种	45
3.3.1	微生物杂交	45
3.3.2	微生物原生质体育种	48
3.3.3	微生物原生质体融合育种	52
<b>第4章</b>	<b>基因工程菌的构建</b>	<b>70</b>
4.1	基因工程菌的构建原理	71
4.1.1	目的基因的获得	71
4.1.2	载体的选择	74
4.1.3	目的基因导入受体细胞	80
4.1.4	重组体的筛选	82
4.2	基因工程菌的构建	85
4.2.1	基因工程菌构建方法	86
4.2.2	构建具有特殊功能的菌株	86
4.2.3	构建降解菌拓宽氧化酶的专一性	87
4.2.4	构建基因工程菌增强无机磷的去除	89
4.3	基因工程菌的应用	90
4.3.1	优化污染物的降解途径	90
4.3.2	利用质粒突变筛选高效降解菌	93
4.3.3	增强细菌的环境适应性	94
	习题	96
<b>第5章</b>	<b>有机污染物生物降解与转化原理</b>	<b>97</b>
5.1	有机物分解代谢与产能	97
5.1.1	生物氧化的方式	97
5.1.2	有机物分解的代谢途径与产能	98
5.2	有机污染物代谢的生理过程	101
5.2.1	有机污染物代谢的基本过程	101
5.2.2	有机污染物生物降解的动力学	102



5.3 共代谢的原理 .....	105
5.3.1 共代谢基质与共代谢微生物 .....	105
5.3.2 共代谢的原理 .....	106
5.3.3 共代谢相关的酶 .....	108
5.3.4 共代谢研究的应用前景 .....	110
5.4 微生物对污染物的去毒与激活作用 .....	110
5.4.1 微生物对污染物的去毒作用 .....	110
5.4.2 微生物的激活作用 .....	114
习题 .....	121
<b>第6章 有机污染物的生物降解途径 .....</b>	<b>122</b>
6.1 烃类污染物的生物降解 .....	122
6.1.1 脂肪烃的生物降解 .....	122
6.1.2 芳香烃化合物的生物降解 .....	127
6.2 烃类衍生物的生物降解 .....	140
6.2.1 卤代烃的生物降解 .....	140
6.2.2 含氮芳香烃类的生物降解 .....	155
6.2.3 含磷原子烃类衍生物的生物降解 .....	161
6.2.4 含氧的烃类衍生物的生物降解 .....	163
6.2.5 表面活性剂的生物降解 .....	165
6.3 有机金属的生物降解 .....	168
6.3.1 假单胞菌 K62 对汞化物的还原作用 .....	168
6.3.2 有机汞分解反应的机制 .....	169
6.3.3 其他抗汞微生物的作用 .....	169
6.3.4 抗汞细菌在消除汞污染中的应用 .....	170
习题 .....	170
<b>第7章 微生物固定化技术 .....</b>	<b>171</b>
7.1 细胞固定化技术 .....	171
7.1.1 细胞固定化方法 .....	171
7.1.2 固定化细胞动力学 .....	175
7.1.3 细胞固定化的影响因素 .....	181
7.1.4 固定化细胞的性能评价 .....	183
7.1.5 细胞固定化技术的应用 .....	184
7.2 固定化生物膜技术 .....	185
7.2.1 生物膜固定化方法 .....	185
7.2.2 生物膜形成机理 .....	187
7.2.3 生物膜的生物相 .....	189
7.2.4 生物膜的除污机理 .....	190
7.2.5 生物膜的性能评价 .....	191
7.2.6 生物膜技术的应用 .....	194

习题	195
<b>第 8 章 好氧活性污泥法处理废水</b>	<b>196</b>
8.1 好氧活性污泥的生物相	197
8.1.1 活性污泥中的微生物	197
8.1.2 活性污泥的性质	200
8.2 活性污泥菌胶团的净化反应原理	200
8.2.1 活性污泥菌胶团的形成	200
8.2.2 活性污泥的净化反应原理	202
8.2.3 活性污泥性能及数量的评价指标	204
8.3 活性污泥反应动力学	205
8.3.1 劳伦斯-麦卡蒂模式的基础概念	205
8.3.2 劳伦斯-麦卡蒂模式的基本方程式	206
8.3.3 劳伦斯-麦卡蒂基本方程式的应用	207
8.3.4 动力学系数的测定	209
8.4 活性污泥净化反应的影响因素	210
8.4.1 营养物质	210
8.4.2 溶解氧	211
8.4.3 pH 值	211
8.4.4 温度	212
8.4.5 有毒物质(抑制物质)	212
8.4.6 有机负荷率	213
8.5 污泥膨胀的原因与对策	213
8.5.1 污泥膨胀的原因	213
8.5.2 污泥膨胀的控制方法	215
习题	216
<b>第 9 章 厌氧活性污泥法生物处理废水</b>	<b>217</b>
9.1 厌氧生物处理废水的生物相	217
9.1.1 产酸菌(非产甲烷菌)	217
9.1.2 产甲烷菌	218
9.1.3 厌氧微生物群体间的关系	222
9.2 厌氧生物处理废水的净化反应原理	223
9.2.1 水解阶段	223
9.2.2 发酵(或酸化)阶段	224
9.2.3 产乙酸阶段	225
9.2.4 产甲烷阶段	227
9.2.5 缺氧条件下的其他生物降解作用	228
9.3 厌氧处理废水的动力学	229
9.3.1 水解阶段不溶性底物的转化速率	230
9.3.2 溶解性底物的转化速率与细胞产率	230

9.4 厌氧处理废水的影响因素 .....	231
9.4.1 温度 .....	231
9.4.2 pH 值 .....	233
9.4.3 营养物与微量元素 .....	235
9.4.4 有毒物质 .....	236
9.4.5 氧化还原电位 .....	236
9.5 固定化颗粒污泥的形成机理 .....	236
9.5.1 污泥颗粒化的定义 .....	236
9.5.2 颗粒污泥的性质和基本组成 .....	237
9.5.3 颗粒污泥的微生物相 .....	238
9.5.4 颗粒污泥的结构 .....	239
9.5.5 污泥颗粒化过程 .....	240
9.5.6 影响颗粒污泥形成的因素 .....	242
9.5.7 污泥颗粒化的优点 .....	244
习题 .....	244
<b>第 10 章 生物脱氮除磷技术 .....</b>	<b>245</b>
10.1 水体中氮、磷的危害性 .....	245
10.1.1 水体中氮的危害 .....	245
10.1.2 水体中磷的危害 .....	246
10.2 废水生物脱氮 .....	247
10.2.1 废水生物脱氮方法 .....	247
10.2.2 生物脱氮原理 .....	249
10.3 废水生物除磷 .....	255
10.3.1 废水生物除磷方法 .....	255
10.3.2 生物除磷原理 .....	257
10.3.3 生物除磷动力学 .....	258
10.3.4 影响生物除磷过程的因素 .....	260
习题 .....	261
<b>第 11 章 有机固体废物微生物处理技术 .....</b>	<b>262</b>
11.1 有机固体废物好氧堆肥 .....	262
11.1.1 堆肥化基本概念 .....	262
11.1.2 堆肥中的微生物 .....	264
11.1.3 堆肥化过程 .....	266
11.1.4 好氧堆肥化原理 .....	266
11.1.5 好氧堆肥工艺 .....	267
11.1.6 好氧堆肥的影响因素 .....	270
11.1.7 堆肥产品质量与卫生要求 .....	272
11.2 有机固体废物生物转化沼气 .....	273
11.2.1 沼气发酵的原料和微生物 .....	273

11.2.2	甲烷发酵的生物化学过程 .....	274
11.2.3	产甲烷菌产生甲烷的原理 .....	276
11.2.4	沼气发酵装置 .....	276
11.2.5	沼气发酵的影响因素 .....	276
11.2.6	沼气发酵的应用 .....	277
11.3	有机固体废物发酵制备酒精 .....	278
11.3.1	酒精发酵的原料和微生物 .....	278
11.3.2	酒精发酵的生化过程 .....	279
11.3.3	酒精发酵的原理 .....	280
11.4	有机固体废物发酵制备单细胞蛋白 .....	282
11.4.1	生产单细胞蛋白的原料和微生物 .....	282
11.4.2	生产单细胞蛋白方法 .....	283
11.4.3	单细胞蛋白的应用 .....	284
	习题 .....	286
<b>第 12 章</b>	<b>废气生物处理技术 .....</b>	<b>287</b>
12.1	有机废气生物处理技术 .....	287
12.1.1	有机废气生物处理原理 .....	288
12.1.2	有机废气生物处理方法 .....	288
12.2	无机废气生物处理技术 .....	296
12.2.1	二氧化碳的微生物固定 .....	296
12.2.2	硫化氢的生物处理 .....	299
12.2.3	氮氧化物的生物处理 .....	300
	习题 .....	300
<b>第 13 章</b>	<b>污染环境的生物修复技术 .....</b>	<b>301</b>
13.1	原位生物修复 .....	301
13.1.1	原位生物修复方法 .....	302
13.1.2	原位生物修复基本原理 .....	303
13.1.3	原位生物修复工程 .....	307
13.2	异位生物修复及其生物反应器 .....	316
13.2.1	预制床修复 .....	316
13.2.2	堆制式修复 .....	316
13.2.3	生物反应器修复 .....	318
13.2.4	原位-异位联合修复技术 .....	319
	习题 .....	319
<b>第 14 章</b>	<b>酶制剂降解有机污染物的技术 .....</b>	<b>320</b>
14.1	酶制剂的提取与分离纯化 .....	320
14.1.1	酶的原料选择 .....	320
14.1.2	酶生物原料的预处理 .....	321

14.1.3	酶的分离纯化	323
14.2	酶的作用原理	324
14.2.1	酶的催化特性	324
14.2.2	酶催化原理	325
14.3	单、双加氧酶	327
14.3.1	单加氧酶	327
14.3.2	双加氧酶	333
14.4	木素过氧化物酶	335
14.4.1	木素过氧化物酶的生产方法	336
14.4.2	黄孢原毛平革菌降解有机污染物的机理	339
14.4.3	黄孢原毛平革菌降解有机污染物的动力学	343
14.4.4	木素过氧化物酶在有机污染物降解中的应用	343
14.5	漆酶	345
14.5.1	漆酶的产生方法	345
14.5.2	漆酶活力测定方法	346
14.5.3	漆酶结构和性质	346
14.5.4	催化氧化反应机理	347
14.5.5	漆酶在工业中的应用	347
	习题	348
<b>第 15 章</b>	<b>微生物絮凝剂</b>	<b>349</b>
15.1	微生物絮凝剂的合成	349
15.1.1	微生物絮凝剂产生菌	349
15.1.2	微生物絮凝剂的合成方法	350
15.2	微生物絮凝剂的结构与絮凝机理	353
15.2.1	微生物絮凝剂的结构	353
15.2.2	微生物絮凝剂的絮凝机理	354
15.3	微生物絮凝剂的絮凝方法与影响因素	358
15.3.1	微生物絮凝剂的絮凝方法	358
15.3.2	微生物絮凝剂絮凝活性的影响因素	358
15.4	微生物絮凝剂的应用	359
15.4.1	高浓度有机废水的处理	360
15.4.2	高浓度无机物悬浮废水的处理	360
15.4.3	乳化液油水分离	360
15.4.4	废水的脱色	360
15.4.5	膨胀活性污泥的处理	360
15.4.6	其他方面	361
<b>第 16 章</b>	<b>微生物吸附剂</b>	<b>362</b>
16.1	微生物吸附剂的吸附机理	362
16.1.1	微生物细胞壁的结构特征	362

16.1.2	微生物对金属的吸附机理 .....	364
16.2	微生物吸附剂的制备与应用 .....	367
16.2.1	用于制备微生物吸附剂的菌种 .....	367
16.2.2	微生物吸附剂的制备 .....	368
16.2.3	微生物吸附剂吸附水体中重金属离子的影响因素 .....	371
16.2.4	生物吸附剂的应用 .....	373
习题	.....	376
<b>第 17 章</b>	<b>生物传感器</b> .....	<b>377</b>
17.1	生物传感器的分类 .....	377
17.2	酶传感器 .....	378
17.2.1	酶传感器的工作原理 .....	378
17.2.2	酶传感器的分类 .....	378
17.3	微生物传感器 .....	382
17.3.1	工作原理与分类 .....	383
17.3.2	电化学微生物传感器 .....	384
17.4	细胞传感器 .....	390
17.4.1	细胞传感器的工作原理与分类 .....	390
17.4.2	细胞器传感器 .....	392
<b>第 18 章</b>	<b>PCR 技术在环境保护中的应用</b> .....	<b>394</b>
18.1	PCR 技术简介 .....	394
18.2	PCR 的反应原理 .....	395
18.2.1	PCR 技术的原理 .....	395
18.2.2	PCR 的反应动力学 .....	395
18.3	PCR 的引物设计和 DNA 聚合酶 .....	396
18.3.1	引物设计 .....	396
18.3.2	DNA 聚合酶 .....	399
18.4	PCR 技术的发展 .....	402
18.4.1	PCR 技术的改进 .....	402
18.4.2	多重 PCR 的应用 .....	403
18.5	PCR 技术在环境检测中的应用 .....	405
18.5.1	PCR 在环境微生物检测中应用的方法 .....	405
18.5.2	PCR 在环境微生物检测中的应用 .....	406
<b>第 19 章</b>	<b>基因芯片技术及其应用</b> .....	<b>408</b>
19.1	DNA 芯片技术 .....	408
19.1.1	基因芯片的概念 .....	408
19.1.2	基因芯片的特点 .....	408
19.1.3	基因芯片的类型 .....	409
19.2	DNA 芯片的构建 .....	409

19.2.1	原位光蚀刻合成法 .....	410
19.2.2	点样法 .....	410
19.2.3	化学喷射法 .....	412
19.2.4	电子芯片法 .....	413
19.2.5	三维芯片法 .....	413
19.2.6	流过式芯片法 .....	413
19.3	DNA 芯片的作用原理与性能 .....	413
19.3.1	作用原理 .....	413
19.3.2	DNA 芯片的性能 .....	414
19.4	生物芯片的杂交与信号检测系统 .....	414
19.4.1	生物芯片的杂交 .....	414
19.4.2	DNA 芯片检测原理 .....	415
19.4.3	荧光标记杂交信号的检测方法 .....	415
19.5	DNA 芯片技术的应用 .....	417
19.5.1	基因表达分析 .....	417
19.5.2	基因型基因突变与多态性分析 .....	420
19.5.3	疾病的诊断与治疗 .....	421
19.6	基因芯片技术在环境保护方面的应用 .....	422
19.7	基因芯片技术的发展前景与存在的问题 .....	423
<b>参考文献</b> .....		<b>424</b>

## 0.1 生物技术概论

### 0.1.1 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入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。

先进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。包括传统的嫌气发酵(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、植物或微生物品系。生物原料则是指生物的某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。

达到某种目的则包括疾病的预防、诊断、治疗、环境污染的监测与治理等。

### 0.1.2 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,奠定了现代分析生物学的基础,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