

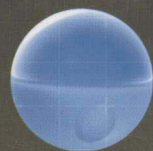
环境工程微生物学研究技术与方法

HUANJINGGONGCHENGWEISHENGWUXUEYANJIUJISHUYUFANGFA

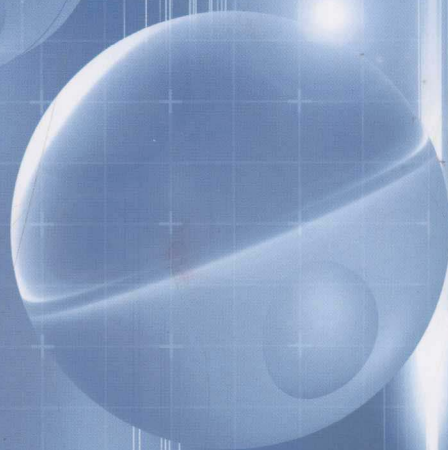
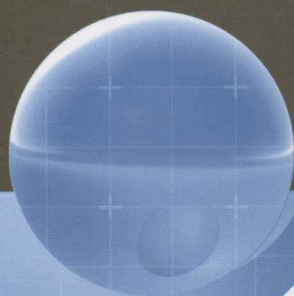
高等学校“十二五”规划教材



市政与环境工程系列丛书



主 编 刘晓烨 程国玲 李永峰
主 审 王爱杰



哈尔滨工业大学出版社

高等学校“十二五”规划教材
市政与环境工程系列丛书

环境工程微生物学研究技术与方法

主编 刘晓烨 程国玲 李永峰
主审 王爱杰

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书以环境微生物为基础,简要阐明了环境工程微生物学的基础、微生物相关学科及相互作用的关系、微生物在环境污染治理方面的重要作用及使用现代科技手段对微生物的处理方法等。本书涉及的知识面较为广泛,所以重点阐述了实验部分,重视操作技能与手段。

本书可作为高等学校环境科学、环境工程、市政工程、生物学专业或其他专业的高年级本科生、研究生的教学和研究的参考资料,也可作为环境生物技术原理与应用、环境工程微生物学的配套教材,还可供其他环境事业的科研和工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程微生物学研究技术与方法/刘晓烨,程国玲,
李永峰主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2011.8
(市政与环境工程系列丛书)
ISBN 978-7-5603-3305-2

I. ①环… II. ①刘… ②程… ③李… III. ①环境微
生物学-研究方法 IV. ①X172

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 111042 号

策划编辑 贾学斌
责任编辑 张 瑞 苗金英
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 哈尔滨市工大节能印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 28.75 字数 750 千字
版 次 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-3305-2
定 价 58.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

《市政与环境工程系列丛书》编审委员会

名誉主任委员 任南琪

主任委员 周琪 杨传平

执行主任委员 李永峰

委 员 (按姓氏笔画排序)

马放	王鹏	王爱杰	王晓昌	冯玉杰
刘广民	刘鸣达	刘勇弟	孙德志	李玉文
李盛贤	吴晓芙	汪群惠	张颖	郑天凌
季宇彬	周雪飞	赵丹	赵庆良	赵晓祥
姜霞	徐春霞	徐菁利	黄民生	曾光明
楼国庭	蔡伟民	蔡体久	颜涌捷	薛刚

《环境工程微生物学研究技术与方法》编写组

主 编 刘晓烨 程国玲 李永峰

副主编 邓守彦 岳莉然

主 审 王爱杰

委 员 (按姓氏笔画排序)

孙 婕 应 杉 李玉文 张国财 韩 伟

前 言

环境科学是一门综合性学科,涉及自然科学、人文社会科学、工业技术等广泛领域。环境微生物工程则是在此基础上发展起来的一门边缘性学科。本书在环境科学、环境工程、微生物学、分子生物学、微生物技术等知识的基础上进行编写,综合性、概括性地对环境微生物实验及当前的主要研究技术进行内容编排。理论与实践相结合,又尽可能地介绍了目前的一些研究热点问题和前沿领域的最新进展,内容丰富、翔实。环境基础微生物学对地球上的微生物成员进行了介绍,微生物虽然个体微小,但种类及数量相当多,包括细菌、真菌、病毒、藻类、原生动物等,它们在自然界的分布极为广泛,并在物质和能量循环中起着非常重要的作用。

基础性实验是经过精选的最基本、最代表学科特点的实验方法和技术,包括微生物实验仪器的使用,培养基的配置,微生物分离与计数菌株的选育,微生物形态观察及染色技术,微生物的生长和培养,微生物鉴定中的生理生化试验。通过学习使学生掌握相应学科的基本知识与基本技能,为综合性实验奠定基础。

环境工程微生物实验是由多种实验手段与技术对环境中的微生物进行探究,有空气中微生物的检测,废物、废水处理中的相关微生物实验,土壤微生物实验。综合了大气、废物、废水和土壤中的微生物,并使用相关的微生物技术对环境中的污物的去污能力问题进行探索性研究。

综合研究型实验技术着眼于现代分子生物学研究内容,包括微生物基因突变及转移技术,分子微生物学基础技术,免疫学技术,发酵实验应用技术,生物技术探索应用,探索性实验技术,综合研究实验。同时,对学生来说是很强的综合训练,也是开展业余科研的基础和指导。

本书共分为五篇,第一篇为基础环境微生物学,第二篇为环境工程微生物学,第三篇为基础微生物实验,第四篇为环境工程微生物实验,第五篇为综合型、研究型实验技术。刘晓烨、程国玲和李永峰任本书主编,王爱杰教授审阅了全书。具体编写分工为:绪论、第1章、第2章由李永峰编写;第3章由李玉文编写;第4章、第11章、第23章、第24章由邓守彦编写;第5~9章由程国玲编写;第10章、附录由刘晓烨编写;第12~14章由孙婕编写;第15章由张国财编写;第16~18章由应杉编写;第19~21章由岳莉然编写;第22章由韩伟编写。研究生赵山山参加了全书资料和文字图表的整理工作。研究生刘方婧、杨建宇、王艺

旋、段怡彤和赵倩等参与了全书校稿和部分资料的整理工作。本书的出版得到东北林业大学主持的“溪水林场生态公园的生态规划与建设(43209029)”、“研究生教材出版基金和研究生精品课程建设项目”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)”、“上海市教委重点课程建设项目(s2007010004)”的支持。

由于编者水平有限,本书难免存在疏漏和不足,敬请读者批评指正,在此表示衷心的感谢。

编 者

2011 年 7 月

目 录

绪 论	(1)
0.1 环境问题	(1)
0.2 环境工程微生物	(2)
0.3 环境工程微生物涉及的学科	(3)
0.4 环境工程微生物的研究进展	(3)

• 第一篇 基础环境微生物学 •

第1章 微生物概述	(5)
1.1 微生物的分类与命名	(5)
1.2 病毒	(6)
1.3 原核微生物	(9)
1.4 真核微生物	(21)
第2章 微生物的代谢生理与遗传	(32)
2.1 微生物的营养	(32)
2.2 微生物的酶	(38)
2.3 微生物的代谢	(42)
2.4 微生物的遗传与变异	(56)
第3章 环境分子微生物学	(69)
3.1 环境分子微生物学基础	(69)
3.2 环境分子微生物学技术	(74)
3.3 分子微生物学技术在环境中的应用	(77)

• 第二篇 环境工程微生物学 •

第4章 空气中的微生物	(80)
4.1 空气中微生物的种类与分布	(80)
4.2 空气的病原微生物及传播	(81)
4.3 空气的细菌学检验	(81)
4.4 军团菌病	(81)
4.5 NO _x 的生物处理	(82)
第5章 水环境污染控制工程	(84)
5.1 水体中的微生物来源及控制方法	(84)
5.2 水体自净	(88)

5.3 污水生物处理的简单介绍	(90)
第6章 微生物新能源的开发与应用	(94)
6.1 产生氢气的微生物	(94)
6.2 产生甲烷的微生物	(96)
6.3 利用微生物提高石油开采率	(98)
6.4 生物制醇	(104)
6.5 生物燃料电池	(113)
6.6 微生物饲料	(124)

• 第三篇 基础微生物实验 •

第7章 微生物实验仪器的使用	(139)
实验1 普通光学显微镜的使用	(139)
实验2 生物显微镜的使用	(142)
实验3 高压蒸汽灭菌器	(146)
实验4 恒温生化培养箱的使用	(149)
第8章 培养基的配制	(151)
实验5 玻璃器皿的灭菌	(151)
实验6 普通培养基的配制	(152)
实验7 选择性培养基的配制	(155)
实验8 鉴别性培养基的配制	(156)
实验9 干燥培养基的配制	(157)
第9章 微生物分离与计数	(159)
实验10 微生物分离与计数	(159)
实验11 细菌的试管斜面接种	(164)
实验12 显微镜直接计数和悬滴观察法	(165)
实验13 微生物大小的测定	(168)
第10章 菌株的选育	(171)
实验14 用琼脂块法筛选抗生素	(171)
实验15 食用菌菌种的分离和培养技术	(173)
实验16 抗药性突变株的分离	(177)
实验17 酵母菌营养缺陷型的筛选	(179)
实验18 产氨基酸抗反馈调节突变株的选育	(183)
实验19 抗噬菌体菌株的选育	(186)
第11章 微生物形态观察及染色技术	(188)
实验20 四大类微生物菌落形态的识别	(188)
实验21 细菌、放线菌、酵母菌和霉菌的制片和简单染色	(190)
实验22 细菌芽孢、荚膜和鞭毛染色实验	(195)
实验23 革兰氏染色法	(198)

实验 24 真菌若干特殊构造的观察	(200)
第 12 章 微生物的生长和培养	(211)
实验 25 大肠杆菌生长曲线的制作实验	(211)
实验 26 环境因素对微生物生长的影响实验	(213)
实验 27 厌氧微生物的培养实验	(218)
实验 28 病毒的培养实验	(221)
实验 29 食用真菌的栽培技术	(225)
实验 30 纯培养菌种的菌体、菌落形态的观察	(229)
实验 31 用生长谱法测定微生物的营养要求	(230)
实验 32 氧和氧化还原电位	(231)
实验 33 菌种退化与防治措施	(234)
第 13 章 微生物鉴定中的生理生化试验	(243)
实验 34 大分子物质的水解试验	(243)
实验 35 IMViC 试验	(245)
实验 36 快速、简易的检测微生物技术	(247)
实验 37 芽孢杆菌属种的鉴定	(251)
实验 38 理化因素的诱变效应	(253)
实验 39 酵母应用特性的测定	(256)

• 第四篇 环境工程微生物实验 •

第 14 章 空气中微生物的检测	(263)
实验 40 空气卫生细菌实验	(263)
实验 41 常见霉菌的检测及形态观察	(266)
实验 42 尘螨的检测	(267)
第 15 章 废物、废水处理中的相关微生物实验	(269)
实验 43 水中细菌菌落总数的测定	(269)
实验 44 活性污泥培养液中菌胶团的观察	(271)
实验 45 循环水冷却系统中有关的微生物检验	(271)
实验 46 多管发酵法测定自来水中总大肠菌群	(274)
实验 47 粪大肠杆菌的测定	(276)
实验 48 废水硝化-反硝化生物脱氮	(277)
实验 49 微生物吸附法去除重金属	(279)
实验 50 富营养化水体中藻类的测定(叶绿素 a 法)	(280)
实验 51 活性污泥培养方法与培养过程中生物相的演替	(282)
实验 52 活性污泥的培养与驯化	(284)
实验 53 根据消化细菌的相对代谢率检测环境污染物的综合生物毒性	(289)
第 16 章 土壤微生物实验	(293)
实验 54 土壤中功能微生物的检测	(293)

实验 55	土壤中光合异养菌的分离培养	(308)
实验 56	土壤化能自养菌的分离培养	(310)
实验 57	利用微生物对石油污染土壤的生物修复	(312)

• 第五篇 综合型、研究型实验技术 •

第 17 章	微生物基因突变及转移技术	(314)
实验 58	细菌的接合作用	(314)
实验 59	P1 噬菌体的普遍性转导	(315)
实验 60	Ames 氏致突变和致癌试验	(317)
第 18 章	分子微生物学基础技术	(320)
实验 61	细菌质粒 DNA 的小量制备	(320)
实验 62	质粒 DNA 的转化	(323)
实验 63	细菌总 DNA 的制备	(324)
实验 64	细菌基因组文库的构建	(327)
实验 65	应用 PCR 技术鉴定细菌	(331)
实验 66	甲基对硫磷降解基因的克隆和基因工程菌的构建	(334)
第 19 章	免疫学技术	(338)
实验 67	酶联免疫吸附试验	(338)
实验 68	免疫印迹法	(339)
实验 69	免疫血清的制备	(342)
实验 70	凝集反应	(344)
实验 71	沉淀反应	(346)
第 20 章	发酵实验应用技术	(348)
实验 72	摇瓶与发酵	(348)
实验 73	糖发酵实验	(356)
实验 74	微生物沼气发酵	(359)
实验 75	牛乳的巴氏消毒、细菌学检查及酸乳的制作	(361)
实验 76	固定化酵母发酵产啤酒	(366)
实验 77	泡菜的制作和其中乳酸菌的分离	(369)
实验 78	甜酒酿的制作及其酒药中根霉分离	(371)
实验 79	小型自挖发酵罐的使用和主要生化指标的检测	(373)
第 21 章	生物技术综合应用介绍	(377)
实验 80	餐厨垃圾厌氧制氢实验	(377)
实验 81	UCT 生物脱氮除磷技术	(379)
实验 82	UASB 高效厌氧生物处理	(382)
第 22 章	探索性实验技术	(386)
实验 83	检测发酵和食品工业用水微生物的数量	(386)
实验 84	微生物技术在食品保鲜中的应用	(387)

实验 85	检测几种常见消毒剂的杀菌效果	(387)
实验 86	研究牛乳在酸败过程中细菌的生态学演变	(388)
实验 87	微生物之间相互作用的研究	(388)
实验 88	微生物酶制剂的合成受多水平调控	(389)
实验 89	研究青霉素发酵过程中糖的变化	(390)
实验 90	微生物菌肥生产与质量控制	(390)
实验 91	Nisin 产生菌的筛选、鉴定及应用	(391)
第 23 章	综合研究实验	(392)
实验 92	酚降解菌的分离及其性能的测定	(392)
实验 93	利用 Biolog 自动分析系统分离鉴定人体正常菌群	(393)
实验 94	利用互联网和计算机辅助基因分析鉴定古菌和细菌	(396)
实验 95	苏云金芽孢杆菌的分离和鉴定	(400)
实验 96	碱性蛋白酶高产菌株的选育与基因克隆	(404)
第 24 章	实验数据处理	(414)
实验 97	误差	(414)
实验 98	准确度	(416)
实验 99	精密度	(417)
实验 100	工作曲线中可疑值的检验	(418)
实验 101	有效数字修约及运算规则	(419)
实验 102	实验数据表示方法	(421)
附录		(427)
附录 1	中国微生物菌种保藏管理条例	(427)
附录 2	国际确认的专利菌种保藏机构	(429)
附录 3	常用微生物名称	(429)
附录 4	染色液的配制	(430)
附录 5	培养基的配制	(433)
附录 6	试剂和溶液的配制	(439)
附录 7	常用的计量单位	(442)
附录 8	洗涤液的配制与使用	(442)
附录 9	稀释法测数统计表	(443)
参考文献		(445)

绪 论

0.1 环境问题

随着人类的生活水平日益提高,相应地产生了越来越多的城市生活污水、各种固体废物及各种类型的工厂和汽车产生大量废气,严重污染了人类的生存环境。自西方工业革命起,环境质量急剧恶化,20 世纪 50 年代后,公害问题也相继发生:美国洛杉矶的光化学烟雾,英国伦敦烟雾,日本四日市的哮喘病,日本熊本县由于汞引起的水俣病及神通川骨痛病,均对人类造成极大伤害。我国也不例外,20 世纪 80 年代后,随着改革开放的到来,乡镇企业的兴起,由于忽视环境保护,乡镇的河流也不例外地受到污染;一些地区,例如上海黄浦江、苏州河、太湖、巢湖、淮河、海河、昆明滇池、东北嫩江、松花江等,都有不同程度的污染,甚至污染严重。近年,全球性污染范围更加扩大,酸雨、臭氧层耗损、全球变暖、生物多样性锐减、土地荒漠化、海洋污染、危险物越境转移、大气污染物越境转移等环境问题,逐渐引起了全球性的关注。

20 世纪 70 年代,围绕环境危机和石油危机有人提出“增长极限”的观点,全球展开一场关于“停止增长还是继续发展”的争论;1987 年联合国世界环境发展委员会(WCED)主席、挪威前首相布伦特兰夫人在其发表的长篇报告《我们共同的未来》中首次提出可持续发展的观点:可持续发展是既满足当代人的需求,又不对后代人满足其自身需求的能力构成危害的发展;1992 年在巴西里约热内卢召开的第一次联合国环境与发展会议(UNCED)通过了《里约宣言》、《21 世纪议程》、《森林问题原则声明》,签署了两个国际公约:《联合国气候变化框架公约》和《生物多样性公约》。自此以后,可持续发展的新思想广为各国接收和重视。

我国于 20 世纪 60 年代就认识到环境保护工作的重要,随着近年来环境问题日益严重,于“九五”期间推出了两项重大举措,即“全国主要污染物排放总量控制”和“中国跨世纪绿色工程规划”——在“全国主要污染物排放总量控制”中规定,烟尘、粉尘、二氧化硫、石油类、重金属、化学需氧量(COD)和工业固体废物等 12 种主要污染物的排放量,到 2000 年要控制在国家批准的水平内。在“十一五”期间国家又对化学需氧量、二氧化硫两种主要污染物实行排放总量控制计划管理,排放基数按照 2005 年环境统计结果确定,计划到 2010 年,全国主要污染物排放总量比 2005 年减少 10%,具体是:化学需氧量由 $1\,414\times 10^4\text{ t}$ 减少到 $1\,273\times 10^4\text{ t}$;二氧化硫由 $2\,549\times 10^4\text{ t}$ 减少到 $2\,294\times 10^4\text{ t}$ 。在国家确定的水污染防治重点流域、海域专项规划中,还要控制氨氮(总氮)、总磷等污染物的排放总量。由此可以看出,摆在环境科学与环境工程工作者面前的任务是艰巨的。我们需要用先进的科学技术治理好各种污染物,使其达到排放标准,并改善生活环境,提高人类的生活质量。

微生物在环境保护和治理保持生态平衡等方面起着举足轻重的作用。由于微生物具有容易发生变异的特点,随着新污染物的产生和数量的增多,微生物的种类可随之相应增多,

呈现出更加丰富的多样性。这就使得它有别于其他生物,在环境污染中,微生物的作用更是独树一帜。随着微生物学中各个分支学科相互渗透,尤其是分子生物学、分子遗传学的发展,促进了微生物分类学的完善,也促进微生物应用技术的进步,推动了生物工程的发展,酶学和基因工程等在各个领域得到应用和长期的发展。在环境工程中也是如此,如固定化酶、固定化微生物细胞处理工业废水,筛选优势菌,筛选处理特种废水的菌种,甚至在探索用基因工程技术构建超级菌,用于环境工程事业。这方面已有分解石油烃类的超级菌的实例。

0.2 环境工程微生物

环境工程微生物学是在环境保护和环境工程事业蓬勃发展的基础上应运而生的一门微生物学的新的分支学科,是介绍如何利用微生物的营养、呼吸、物质代谢、生长、繁殖、遗传与变异等基础知识,来进行在城市生活污水、工业废水及有机固体废弃物等生物处理的原理和方法。

随着分子生物学、分子遗传学的发展,微生物学在各个分支学科中相互渗透,促进了微生物分类的完善和应用技术的进步。固定化酶、固定化微生物细胞处理工业废水,筛选优势菌,筛选处理特种废水的菌种,甚至在探索用基因工程技术构建超级菌,如分解石油烃类的超级菌,用于环境工程。

微生物工程是研究微生物与环境之间的相互关系以及对不同物质转化的作用规律并加以利用,进而考察微生物对环境质量的影响;研究微生物对污染物质的降解与转化,修复、改善环境的应用。自然界有着丰富的微生物资源,它们的种类呈多样性,在自然界物质循环和转化中起着巨大的生物降解作用,使陆地和水生系统中 C、O、N 和 S 的循环成为可能。它们也是所有生态食物链和食物网的根本营养来源,是整个生物圈维持生态平衡不可缺少的重要组成部分。因此,环境工程微生物是研究利用微生物开展污染废物处理及现代生物工程技术在污染控制工程中的应用。

环境微生物既有有利的一面,也有不利的一面。对人和生物有害的微生物会污染大气、水体、土壤和食品,同时影响生物的产量和质量以及危害人类健康,这种污染称为微生物污染。随着工业生产的发展,含各种新的有机污染物、无机污染物和一些营养物质的工业废水源源不断地排入水体、大气和土壤。微生物受环境中多种因素的长期诱导而发生变异,产生新的微生物,使微生物种群和群落的数量变得更加多样性。自然选择出能适合以新产生的有机污染物为底物的微生物新品种,扩大微生物资源。

现在,城市生活污水、医院污水、各种有机工业废水,甚至有毒废水、城市有机固体废物和工业产品废弃物都可用微生物方法来处理。

当然,有些微生物也会对人类的生产、生活造成不利影响,如病原微生物等。在 1347 年,黑死病侵袭欧洲,仅仅 4 年的时间,便夺去了 1/3 欧洲人的生命,随后的 80 年里,这种疾病吞噬了欧洲人口的 75%。细菌、病毒、霉菌、变形虫等能引起肝炎、沙眼、肠道病、伤风、感冒等疾病;黄曲霉能产生致癌的黄曲霉毒素。还有的微生物能引起作物病害及动物疾病,蓝藻、绿藻和金藻能引起湖泊“水华”和海洋的“赤潮”等现象。

环境监测是了解环境现状的重要手段,它包括化学分析、物理测定和生物监测三个部

分。生物监测是利用生物对环境污染所发出的各种信息来判断环境污染状况的过程。生物长期生活于自然环境中,不仅能够对多种污染作出综合反应,还能反映污染状况。因此,生物监测取得的结果具有重要的参考价值。微生物监测是生物监测的重要组成部分,具有独特的作用。

0.3 环境工程微生物涉及的学科

根据环境微生物的基础研究和应用层次分析,相关工程所涉及的学科范围可概述为:微生物学、细胞学、生理生化学、分子生物学、遗传学等用于对微生物进行基础研究;基因工程、细胞工程、酶工程、分子遗传学等用于构建环境微生物工程中的新菌株;环境微生物工程中污染物的降解转化及评价涉及环境化学、环境生物学、环境地学、环境毒理学、环境监测与评价等;环境微生物修复工程要涉及土壤学、水力学、气象学、生态学等内容。

上面只简要叙述了环境工程微生物所涉及学科其中的一小部分,在各个应用的层次中,还需要众多学科知识的相互配合形成网络知识结构。各门学科知识之间既相互渗透,又相互配合,紧紧围绕环境微生物工程的目标,发挥多学科的综合效应。

0.4 环境工程微生物的研究进展

微生物在整个生态系统中扮演着重要的角色,它们是物质的主要分解者,在自然界物质和能量的转化中占有特殊的地位,发挥着不可替代的作用。环境微生物技术在去除污染的同时,实现废物资源化等,已取得了显著的成就。微生物细胞分泌的各种酶所催化的反应完成降解污染物,使其转化成无机物。自然界存在着大量的去除污染物的微生物菌株资源,人们可以从中筛选并经驯化得到高效微生物菌株,用于环境微生物工程。微生物学的研究大大地推动了污染控制工程的发展,特别是当代生物技术的快速发展为解决日趋严重的环境问题提供了技术保障,并且取得显著成效。

污染环境中的微生物往往是环境微生物工程获取菌株的重要场所。从农药污染的水体或土壤中筛选出的微生物加以驯化形成理想的群落结构和优势种群,可以处理由农药污染产生的废水。还可以获取石油污染的处理细菌、印染废水和尾矿废水的处理菌株等,这些方法是目前广泛应用的获取菌种的途径。

当从自然界筛选驯化获得的微生物不能满足治理工程需要时,人们利用基因工程技术手段将其编码降解特定污染物的生物酶基因转入繁殖速度快、适应能力强的受体菌细胞内,则可能构建出兼具多种优势的新型工程菌。目前,科学家已成功构建出基因工程菌用于环境微生物工程处理石油污染、化学农药污染、降解塑料等。

微生物降解代谢途径及降解酶系的研究也随之展开。通过对降解酶进行分离和纯化,并进一步了解降解特性,人们已在分子水平上对降解酶的蛋白质组成、相对分子质量大小以及影响酶活性的因子都了如指掌。因此,人们已构建出降解不同物质的基因工程菌。

基因工程菌就是采用基因工程技术手段,将多种微生物的降解基因组装到一个细胞中,使该菌株集多种微生物的降解性能于一体。这样,基因工程菌既有混合菌的功能,又有纯培

养菌株的特点。

生物修复是 20 世纪 90 年代以来兴起的生物治理技术,其主要目的是利用微生物清除土壤和水体中的污染物。环境微生物在生物修复工程中占据中心位置,多以菌体的固体或液体,或以微生物的其他生物制品的形式投放于目标环境之中,达到清除污染的目的。

在经济发达国家,废物资源化已建立产业并纳入国家生物能源资源开发的长远战略目标之中。环境微生物工程构建污染物资源化及清洁生产工艺已取得一定的成功。成熟的技术有应用酵母和光合细菌净化高浓度有机无毒废水生产单细胞蛋白、在净化废水的同时生产饲料和饵料、利用有机废物生产甲烷、利用废纤维素生产乙醇等,已成为废物资源化的有效途径,其中生物制浆造纸工艺是环境微生物工程在清洁生产工艺中一个最新而醒目的例证,它既避免了传统工艺所造成的严重污染,又提高了纸张的质量,降低了生产成本。

从环境微生物中分离鉴定出降解特定污染物的基因,并应用该基因构建高效降解污染物的基因工程菌已成为环境微生物工程中高新技术的前沿课题目标之一。利用环境微生物分子遗传学指标和生理生化指标作为生物标志去反映环境污染状况,已成为环境污染生物监测的重要技术手段。

第一篇 基础环境微生物学

第1章 微生物概述

1.1 微生物的分类与命名

微生物的传统定义为肉眼看不见的、必须在电子显微镜或光学显微镜下才能看见的直径小于1 mm的微小生物,包括病毒、细菌及许多藻类、真菌、原生动物等,其中藻类和真菌较大,如面包霉、丝状藻等,肉眼就能够看见。近年来,科学家们还发现硫珍珠状菌和鲁根菌也是不用显微镜就能看见的,所以,有科学家曾经提出以微生物的研究技术来定义微生物。

细胞本身存在着两种基本的不同类型,原核细胞(希腊语 pro“在先前”和 karyon“坚果核仁或核心”;有机体有一个原始细胞核)和真核细胞。原核细胞比真核细胞的形态结构简单得多,它缺乏膜界定的细胞核。所有的细菌都是原核细胞。相对的,真核细胞(希腊语 eu“真实的”和 karyon“坚果核仁或核心”)有一个膜包着的细胞核;它们形态结构较为复杂,而且常常比原核细胞大。藻类、真菌、原生动物、高等植物和动物都是真核细胞,原核细胞和真核细胞在其他方面还有些差别。

1969年魏特克(Whittaker)提出了微生物五界分类系统,后来被 Margulis 修改成为普遍接受的五界分类系统:原核生物界(包括细菌、放线菌、蓝绿细菌)、原生生物界(包括蓝藻以外的藻类及原生动物)、真菌界(包括酵母菌和霉菌)、动物界和植物界。我国王大耜教授提出六界:病毒界、原核生物界、真核原生生物界、真菌界、动物界和植物界。

在近几十年内,微生物学研究技术和方法取得长足进步,并深刻地影响了微生物的分类:第一,利用电子显微镜技术认识了微生物细胞的详细结构;第二,微生物学家已经确定了许多不同微生物的生物化学和生理学特性;第三,对广泛的不同种类的有机体进行了核酸序列和蛋白质序列的比较。现已清楚,原核有机体存在两种完全不同的类群:细菌和古生菌(Archaea),而且,原生生物也是多种多样的,可能需要将原生生物界再分成三个或更多的界,所以许多分类学家断定五界系统太简单,并已提出建议。细菌、古生菌和真核生物之间的差别显得如此之大,以致许多微生物学家已提议应将有机体划分成三个领域:细菌(真正的细菌或真细菌)、古生菌和真核生物(所有的真核有机体)。

长久以来,细菌分类学以形态学特征、表型特征、生理特征、生态特征、血清学反应、噬菌体反应等为分类依据,现在不仅仅限于上述方法,还采用DNA中的G+C(%)、DNA杂交、DNA-rRNA杂交、16S rRNA碱基顺序分析和比较,对微生物尤其是细菌的属和种进行分类,