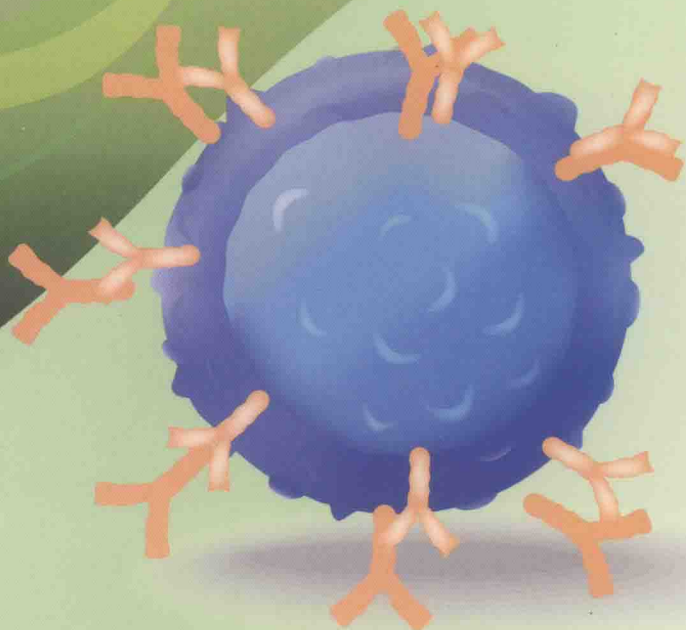




普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21世纪环境类专业新编系列教材



新 2 版

紧跟最新标准 打造精品教材

环境微生物学

主 编 陈剑虹 副主编 胡肖容 徐海娟
王金霞 主 审 杨保华



武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

21 世纪环境类专业新编系列教材

环境微生物学

(新 2 版)

主 编 陈剑虹 王金霞

副主编 胡肖容 徐海娟

主 审 杨保华

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 简 介

本书从微生物对环境的污染、微生物在环境中的指示作用以及微生物治理环境污染三个角度介绍了环境中微生物主要类群的识别、水体质量的微生物监测与评价、污水中菌落总数检测、污水中大肠菌群的检测、污水生物治理中微生物的作用、微生物降解污染物能力的测定、微生物实验室建设等常用技能。在编写过程中,适当地降低了理论知识的深度和广度,以“理实一体化”为主线,以“实用、够用”为原则,以常用的岗位技能为任务,以基于开放、互动的主题结构和问题设计来建构教材,选编围绕技能的相关知识作为理论支撑。力求创新,努力反映新知识、新技术和新标准,尽量与生产应用实践保持同步。在项目任务之间链接一些相关的知识或阅读材料,尽可能拓展学生的知识视野,增加了本书的可读性。此外,本书还附有常见水生微生物图谱,以供师生在教学和实践过程中参考。

本书可供本科及高职高专环境类专业的学生使用,也可供环境保护工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境微生物学/陈剑虹,王金霞主编. —2 版. —武汉: 武汉理工大学出版社, 2018. 12
ISBN 978-7-5629-5928-1

I. ①环… II. ①陈… ②王… III. ①环境微生物学 IV. ①X172

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 258476 号

项目负责人:彭佳佳 徐 扬 陈军东

责任编辑:彭佳佳

责任校对:段 智

封面设计:兴和设计

出版发行:武汉理工大学出版社

地 址:武汉市洪山区珞狮路 122 号

邮 编:430070

网 址:<http://www.wutp.com.cn>

经 销:各地新华书店

印 刷:武汉中远印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:21

字 数:530 千字

版 次:2018 年 12 月第 2 版

印 次:2018 年 12 月第 3 次印刷

印 数:2000 册

定 价:43.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线:027—87515798 87515848 87785758 87165708(传真)

• 版权所有,盗版必究 •

21 世纪环境类专业新编系列教材

编审委员会

名誉主任:张晓健

主任委员:李倦生 刘晓冰 高红武 张仁志 黄功学
石光辉 田 高

委员:(按姓氏拼音排序)

蔡德民	陈剑虹	陈 雷	陈玉玲	郭璐璐
黄 玲	胡振华	蒋成义	梁 红	李 理
李 莉	李 庄	刘 辉	刘青龙	秦文淑
孙 颖	谢光健	徐 扬	杨保华	余良谋
余秋良	曾桂华	张小广	张 新	张 勇

总责任编辑:彭佳佳

秘 书 长:徐 扬 陈军东

出版说明

早在 2002 年我社就组织了全国十多所院校参与编写本套教材,时任教育部高等学校环境工程专业教学指导委员会秘书长、清华大学张晓健教授担任系列教材编审委员会名誉主任。全套教材各门课程的教学大纲、具体内容均由教学指导委员会审订,并将此系列教材确定为教学指导委员会向全国推荐的重点教材。

本套系列教材正式出版后,已被众多学校选用,同时也得到了广大师生的一致好评。其中有 6 种教材被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,它们是《大气污染控制工程》、《环境工程微生物学》、《环境工程基础》、《噪声控制工程》、《环境监测》、《水污染控制工程》;还有多种教材荣获教育部全国高等学校优秀教材奖或优秀畅销书奖。这充分说明了教材编审委员会关于教材的定位、内容、结构和编写宗旨是符合专业教学需要和专业建设需要的。但整套教材仍然存在缺点和不足,于是我社于 2008 年进行了第二次修订。第二次修订后,本套教材更加符合教学实际要求,更加完善,同样获得了广大师生的好评。

随着时代的发展、科技的进步、教学的改革和知识的更新,自 2008 年到目前,该系列教材部分内容也渐渐稍显陈旧,亟待再次修订。于是我社自 2013 年开始重新进行大规模调研,并整合相关资源后,组织相关院校的一些知名教授、教学名师,重新根据当前高等院校的最新教学改革要求,参考国家最新标准进行了一次较大的、全面的修订。

此次修订依据最新教学模式和教学方法,牢牢把握住了理论够用、实践为重的原则,并吸收了近年来国内外环境治理工程的最新技术、最新方法;更加强调了依据培养目标培养一线从事生产、服务和管理的应用型、技能型人才。

我们将切实做好为教学服务、为科研事业服务的工作,加强与行业的联系,使系列教材能及时地反映国家环保政策的变化、学术界最新的理论成果、行业应用的新设备及工艺流程,以达到提高专业人才培养质量的目的。

我们诚挚地希望使用本教材的师生在教学实践中对教材提出批评和建议,以便我们不断修订、改善、精益求精!

武汉理工大学出版社
2014 年 8 月

新 2 版前言

《环境微生物学》自 2015 年出版以来,被数十所院校选为环境类专业的教材,得到了广大读者的垂青。

为更好地满足读者的学习要求,我们决定对初版进行补充修订,并进行再版。本次补充修订,坚决贯彻“更新、精简、实用”的原则:吸取环境微生物研究的一些理论新认识,力求准确反映环境微生物学的革命性变化;增补微生物检验的新标准和新检验方法,力求紧密跟踪环境微生物学相关检验分析技术的发展;融入实践工作中的心得体会,力求充分展现教学改革实践探索的成果和经验;修正初版中的一些文字错漏,增补环境中常见的微生物的图谱,力求表述更为准确精练。

此次再版由长沙环境保护职业技术学院陈剑虹和重庆工程职业技术学院王金霞负责修订,陈剑虹负责统稿。

补充修订的目的,是想提供一个更好的、对读者学习有切实的帮助和指导作用的工具,但鉴于《环境微生物学》涉及环境、工业和农业中的许多实际问题,而我们的工作领域和专业水平有限,书中疏漏甚至错误在所难免,热情期待读者在使用本书的过程中提出批评和指正意见,使本书渐臻完善。

编 者

2018 年 10 月 8 日

新 1 版前言

环境微生物学是环境科学的一个重要分支。环境微生物学是 20 世纪 60 年代环境问题成为全球性重大问题时,由微生物学和环境科学相互渗透而形成的一门边缘学科。近几十年来,中国人口迅速增长,特别是在改革开放后,乡镇企业突飞猛进的发展在给中国人民带来经济繁荣的同时,也给中国的环境造成了严重威胁,许多江河、土壤和农田受到了严重污染,新的污染源和污染物种类不断出现。了解和掌握环境微生物学的基本知识和实用技能,是环境类专业人才认识 and 解决环境问题所必需的。

本书就环境微生物学在环境科学领域的应用技能设置了 7 个项目模块:环境中微生物主要类群的识别、水体质量的微生物监测与评价、污水中菌落总数检测、污水中大肠菌群的检测、污水生物治理中微生物的作用、微生物降解污染物能力的测定、微生物实验室建设。每个项目由数个任务构成,每个任务均包括任务目标、任务相关知识、任务所需材料、任务技能训练、讨论、复习思考题、自我评价表,旨在培养学生的操作技能和思考技能。

绪论及项目 1 由长沙环境保护职业技术学院陈剑虹编写,项目 2 由长沙环境保护职业技术学院胡肖容编写,项目 3 由广东轻工职业技术学院赵娜编写,项目 4 由广东轻工职业技术学院徐海娟编写,项目 5 由中国环境管理干部学院郝冬亮编写,项目 6 和项目 7 由河南水利与环境职业学院朱崇梅编写,水生微生物图谱由陈剑虹选编。全书由陈剑虹统稿,由长沙环境保护职业技术学院杨保华主审。

鉴于编写水平和时间的限制,本书可能在许多方面存在疏漏和不足之处,真诚希望有关专家及老师和同学们批评指正。

编 者

2014 年 7 月 15 日

目 录

绪论	(1)
任务 发现身边的微生物	(2)
项目 1 环境中微生物主要类群的识别	(11)
任务 1.1 微生物形态特征及普通光学显微镜的使用	(12)
任务 1.2 藻类、真菌的形态观察	(41)
任务 1.3 微型动物的形态观察	(59)
项目 2 水体质量的微生物监测与评价	(71)
任务 2.1 水样采集技术及微生物指示作用	(72)
任务 2.2 水污染的生物监测与评价	(85)
项目 3 污水中菌落总数检测	(104)
任务 3.1 菌落总数的检验物品准备工作	(105)
任务 3.2 微生物营养及培养基的制备	(111)
任务 3.3 物品的干热灭菌技术和高压蒸汽灭菌技术	(127)
任务 3.4 样品的采集、保存、送检与分离技术	(140)
任务 3.5 微生物的培养条件与菌落总数的计数	(156)
任务 3.6 微生物菌种的保藏技术	(162)
项目 4 污水中大肠菌群的检测	(173)
任务 4.1 总大肠菌群检验	(175)
任务 4.2 耐热大肠菌群的检验	(196)
任务 4.3 大肠埃希氏菌检验	(201)
项目 5 污水生物治理中微生物的作用	(206)
任务 5.1 好氧生物处理技术	(207)
任务 5.2 厌氧生物处理技术	(220)
任务 5.3 活性污泥培养与驯化技术	(225)
任务 5.4 生物膜或活性污泥中微生物的观察	(233)
任务 5.5 污水生物治理运转中活性污泥评价指标的测定	(240)

项目 6 微生物降解污染物能力的测定 (255)

 任务 6.1 有机污染物生物降解性的测定方法 (257)

 任务 6.2 酚降解菌的分离、纯化和筛选 (283)

项目 7 微生物实验室建设 (298)

 任务 ××食品厂微生物实验室建设策划书 (299)

附录 (319)

 附录 1 部分藻类彩图 (319)

 附录 2 部分原生动物彩图 (325)

参考文献 (327)



绪 论



知识目标

1. 掌握微生物的概念、微生物的特点；
2. 熟悉微生物在生态系统中的重要作用；
3. 熟悉环境微生物学所研究的基本内容。



能力目标

学会在生活中发现微生物的存在。



案例导入

《微生物帝国》(Micro Empire)

眼不见不一定为净！奥地利电影制片人沃斯(Clemens Wirth)透过显微镜，拍摄了由原生动物、细菌等微生物主演的短片，取名为《微生物帝国》(Micro Empire)。影片中只见各种微生物张牙舞爪、互相对抗，犹如一场战争；最令人难以置信的是，所有冲突都发生在一颗微小的水滴上！

无论你是有洁癖还是邋遢大王，你的卧室里每个角落都一样遍布着数以百万计的微生物。它们分布在以门把手、遥控器、鼠标等手触物品为主的房间的各个地方，伴随着你夜夜入眠。不过，即便夜夜“与菌同眠”，我们也无须过于担心。因为绝大多数微生物并不致病，而适当摄取外界微生物，对我们自身的免疫系统也是一种良性刺激。

课前思考题

1. 什么是微生物？微生物有哪些特点？
2. 我们生活的环境中常有哪些微生物？

2



项目工作流程

食品处理—食品存放—微生物观察



技能训练

任务 发现身边的微生物

一、任务目标

1. 了解培养微生物的简单方法；
2. 观察食品上微生物群落的形态。

二、任务相关知识

(一) 微生物的定义

微生物是指形体微小、结构简单、必须借助显微镜才能看清的生物。“微生物”不是分类学的概念，只是一切微小生物的总称。微生物包括属于真核类的真菌（酵母菌和霉菌）、原生动物和微型藻类，属于原核类的细菌、放线菌、支原体、衣原体、立克次氏体和蓝细菌，以及属于非细胞类的病毒和亚病毒等，如图 0.1 所示。

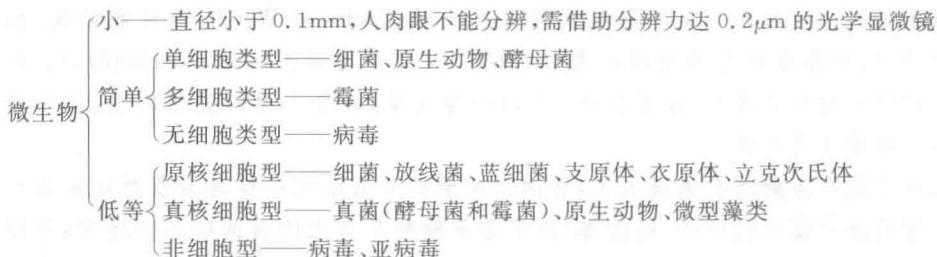


图 0.1 微生物特点

在旧的两界生物分类系统中，根据生物细胞有无细胞壁、主动运动能力和合成各种细胞物质的能力等，将生物分为动物界和植物界。据此，微生物中的病毒、细菌、放线菌、真菌和藻类被分在植物界，而原生动物被分在动物界中。在科研实践中发现这种分类方法具有诸多不便和矛盾之处，所以产生了三界、五界和六界分类系统。在六界分类系统



中,将所有生物分为植物界、动物界、真核原生生物界、真菌界、原核生物界和病毒界。据此,根据微生物的形态结构,它们的分类地位见表 0.1。

表 0.1 微生物的分类地位

微生物类群	所属生物界
病毒	病毒界
细菌、放线菌、蓝细菌(蓝绿藻)、 支原体、衣原体、立克次氏体	原核生物界
霉菌、酵母菌	真菌界
原生动物、藻类	真核原生生物界

(二)微生物的特点

1. 种类多、繁殖快

微生物种类非常多,目前已确定的微生物种类已达 10 万种左右,随着分离、培养方法的改进和研究工作的深入,微生物的新种还在不断被发现。例如,最近几年,每年发现约 700 个真菌新种。微生物繁殖速度快,如大肠杆菌在适宜条件下,20min 即可繁殖一代。这是其他生物望尘莫及的,这也使得它们适合用于处理各类污染物、生产单细胞蛋白质,如用酵母菌生产单细胞蛋白可以一天收获一次。

2. 体积小、分布广

微生物的直径一般小于或等于 0.1mm。如大肠杆菌大小为 $2\mu\text{m}\times 0.5\mu\text{m}$,1500 个头尾相接只有 3mm 长,120 个并肩排队只有一根直径为 $60\mu\text{m}$ 的头发粗。一个大肠杆菌只有 10^{-12}g 重。由于微生物极微小,极轻,易随风飞扬,因此,微生物分布在地球空间的每个角落,从海洋深处(海平面下 6km)到宇宙高空(地平面 74km),从寒冷的冰川(南极冰川-293m 处的冰芯)到炎热的赤道,各种环境条件中都有它们的“足迹”。

【知识窗】

在我们身体里生活的细菌占我们体重的 10%,肠道里的细菌占我们肠道内容物质量的 50%,在我们的皮肤上,每 1cm^2 上就能够找到 10 万个细菌。

3. 代谢旺盛、代谢类型多

生物表面积与体积的比值,可以正比反映生物与周围环境进行物质交换的速度、代谢活跃程度。微生物体积微小,表面积与体积之比很大,表明它们能快速地和周围环境进行物质交换,代谢活跃。例如,乳酸杆菌的表面积与体积的比值为 120000,在 1h 内产生的乳酸为其体重的 1000~10000 倍,故微生物有“活的化工厂”之称(人的表面积与体积之比仅为 0.3,与乳酸杆菌相比,小很多,而每天消耗约 4kg 食物,所以,一个体重 60kg 的人,若要代谢质量为自己体重 1000 倍的糖,则需 $60\times 1000/4=15000\text{d}\approx 41$ 年)。这一特性,可使微生物迅速降解大量的、高浓度的污染物。

微生物代谢类型也极多,可以分解纤维素、蛋白质、淀粉、石油烃类等各种物质。可以说,凡生物圈内天然存在的有机物都能被微生物所分解、利用。例如,洋葱假单胞菌能降解 90 多种有机物,并能利用其中任何一种有机物作为唯一的碳源和能源进行代谢。



4. 容易变异, 利于应用

由于大多数微生物为无性繁殖、单细胞、结构简单, 整个细胞直接与环境接触, 易受外界环境条件的影响等, 所以微生物容易发生变异。当环境条件剧烈变化时, 微生物会大批死亡, 而存活下来的微生物往往已经发生了结构和生理特性等变异, 以适应变化了的环境。微生物变异已被人类广泛利用。特定工业废水的生物法处理都是利用微生物的优良变异株进行的; 大量的人工合成物质的降解都是依靠微生物产生的适应酶来完成的。青霉素刚问世时, 产量小、成本高、价格贵, 经过对青霉菌的诱变育种, 青霉素产量大大提高, 价格才降低到大众能接受的水平。但变异也有不利的方面, 如微生物因变异产生耐药性。1944年, 4万单位青霉素可治好肺炎, 而现在需要连续三天、每天两次、每次80~120万单位青霉素肌肉注射的治疗才能见效(青霉素总量达480~720万单位), 这是滥用抗生素的后果。流行性感冒病毒一直在不断地变异。

(三) 微生物在生态系统中的重要作用

生态系统由生物群落与其周围环境共同组成, 生态系统中, 生物亚系统由三部分组成:

1. 生产者

生产者指能利用光能及化学能等能源, 将 CO_2 、无机盐、水等简单无机物制造成复杂有机物的自养生物。如光合细菌、藻类、水生植物、陆地上的绿色植物等。

2. 消费者

消费者指以自养生物或其他生物有机体为食料的生物。消费者有不同层次之分, 摄食生产者的消费者为Ⅰ级消费者, 其后依次有Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级消费者。生产者是Ⅰ级消费者的营养, 前一级消费者是后一级消费者的营养, 所以, 生产者与各级消费者又各自成为一个营养级, 级级相连构成食物链。微生物积极参与了消费者的消费过程。

3. 分解者

分解者指能分解动植物遗体、排泄物和产生于人类活动的有机物的微生物。分解者主要是细菌、真菌。分解的结果是复杂有机物被还原成简单无机物, 以供绿色植物光合作用之用, 故分解者又被称为还原者。长期以来, 农业生产中产生的废料, 就是因此得以迅速净化、重复利用的。

综上所述, 微生物在生产、消费、分解三方面都有作用, 尤为重要, 微生物是唯一真正的分解者, 即由于微生物的参与, 自然界的物质循环、能量流动才得以实现。所以, 微生物在生态系统中起着重要的作用。

当前, 人类面临因人口增加带来的一系列问题: 房地产开发扩张导致农田面积减小、食品生产压力增大; 经济发展导致矿化燃料消耗增加、能源紧缺; 生产生活产生大量废水、废渣、废气导致环境污染等。

面临匮乏的资源、污染的环境, 我们不得不考虑: 如何维持大量的生产, 满足人们的食品、能源需求? 如何处理掉越来越多的形形色色的污染物, 保持良好的环境质量?

植物承担生产的主要责任, 而微生物要在污染防治方面挑重担。人们设想: 模仿自然界生态系统的物质循环规律, 为分解者——微生物提供合适的环境条件(温度、pH值、DO值等)以强化其功能, 降解转化进入环境的各类污染物, 从而使污染的环境得以净化,



甚至使污染物资源化。这就促使微生物学与环境工程学在环境污染防治的方向上迅速融合,形成了环境微生物学,为控制并治理污染、化污染为资源提供了有力的技术支持。

(四)环境微生物学的内容

1. 微生物学的基本知识

研究自然环境中的不同微生物群落的形态、结构、功能以及微生物的营养、生长、繁殖、呼吸、代谢、遗传变异等基本特征,以查明自然环境中的微生物资源,为保存和开发有益微生物、控制有害微生物提供科学资料。

2. 微生物对污染物的降解和转化

生物处理法是废水、废气、废渣处理的重要处理方法,而微生物是生物处理法的主体。因此,研究微生物对环境污染物的降解与转化的机理,设法发掘和提高微生物净化污染物的效率,研究开发利用微生物降解污染物的应用技术,就成为环境微生物学的重要工作。

通过研究微生物对污染物特别是对有机污染物的降解能力、降解转化作用条件、代谢途径,测定污染物的生物降解性等,环境微生物学已经为环境污染物的净化处理提供了充分的生物学理论依据。

在发掘和提高微生物降解和转化污染物质的巨大潜力方面,环境微生物学已分离筛选出一些对污染物具有高效降解能力的菌株。特别是近年来,分离筛选能降解转化石油、农药、化纤原料、染料、含重金属污染物等的微生物的研究已取得了不少成果。例如,产碱杆菌和不动杆菌能转化多氯联苯,假单胞菌属、芽孢杆菌属、产碱杆菌属、黄杆菌属、节杆菌属、诺卡氏菌属、曲霉属等能降解农药,且有的已用于废水的生物处理中。

另外,环境微生物学通过吸收酶工程、遗传工程等生物工程技术,给许多难以降解的有机污染物的生物处理带来了希望,开拓了污染环境治理的新领域。从自然界分离的菌株中,已发现降解石油组分及其衍生物、降解农药、降解多氯联苯类污染物、抗有害金属等4大类30多种天然降解性质粒。到目前为止,运用质粒转移、分子育种、基因重组等遗传工程、细胞工程技术,已建建成包含多种解烃质粒的超级细菌,这类有特殊功能的基因工程菌通过固定化酶、固定化细胞等酶学工程、发酵工程技术,已成功地用于净化冶金、电镀、食品、化工等废水中的重金属、氰化物、纤维素、有害有机物等的实验研究,为环境污染的生物治理技术的发展创造了条件。

3. 检测与防治环境中微生物的污染

首先,水体富营养可以看成是水环境中的一种微生物污染,环境微生物学将研究其中的微生物的类群、形成污染的影响因素,以便对其加以控制,消除危害。其次,对水体、空气、土壤等环境的卫生状况,环境微生物学可以利用细菌总数、总大肠菌群等微生物监测技术进行检测、评价,并提出针对微生物污染的防治措施。再次,环境微生物学也针对病原微生物、微生物的有害代谢产物的危害提出防治措施,从而防止、削弱、控制微生物的有害影响。

4. 微生物在治理环境污染中的应用

微生物在水处理中的净化作用原理、微生物对水处理装置运转状况的指示作用是环境微生物学的重点研究内容。

活性污泥法、生物滤池、生物转盘、氧化塘等,都是利用微生物的降解作用对污水进行处理的。以活性污泥法为代表的好氧生物处理工程,其净化作用原理与水体自净过程原理相同;而厌氧消化法或发酵法日益受到重视,是因为该类方法能在净化处理高浓度的有机污水、剩余污泥等固体废物的同时,产生清洁的生物能源——甲烷。污水处理装置中的生物种类、生物数量、生物形态、生物活性等同时也是判断污水处理装置运转正常与否的重要指标。

微生物在循环经济发展中,扮演着十分重要的角色——污水和垃圾的处理者。几乎所有的污水处理都是靠微生物的作用完成的。污水和污物处理中既需要微生物分解和除掉各种有害物质,也要靠微生物进行除臭。污水与污物的处理速度、处理效果取决于微生物的种类和功能。微生物的应用覆盖多个领域,如在市政污水系统、工业废水、餐饮废水、食品厂废水、医院废水、社区中水、淤泥、养殖业粪便处理等方面都有广泛应用。

(五)环境微生物学的发展前景

环境微生物学不仅在污染物的减量化、无害化方面发挥作用,还将在污染物资源化、建立清洁生产方面提供有力的技术支撑。

微生物作为一个生物类别,它的开发前景是不可限量的。当今和未来世界的发展中,微生物工程技术是在“生产—经济—资源—环境—社会—保健”大系统中占有极重要地位的、能快速见效的重大技术。

1. 污染物资源化

酵母菌和光合细菌可将高浓度有机废水中的有机污染物转化为可用作饲料和饵料的单细胞蛋白;产甲烷菌等微生物在厌氧处理时将有机废物转化为燃料甲烷;纤维素降解菌将木材废弃物中所含的纤维素转化为燃料乙醇,将半纤维素转化为木糖及木糖醇。

2. 清洁生产工艺和绿色环保产品的开发

微生物技术在少污染、无公害产品的开发、生产中有明显的优势。①生物制浆工艺是微生物用于清洁生产工艺的一个最新且醒目的例证。该工艺的原理是:造纸原料中的木质素,被生活微生物或其酶制剂降解,释放出纤维素和半纤维素用于造纸制浆。此工艺的生产应用在一些发达国家已获得突破。该工艺避免了传统的机械制浆工艺和化学制浆工艺的两个严重问题:大量的废水排放和大量的木质素原料流失浪费。②生物脱蜡也是一项有广阔应用前景的清洁生产技术,在丝光棉生产中应用这一技术已取得了明显的环境和经济效益。对棉花纤维的共生蜡、胶等,传统工艺用烧碱高温煮炼法去除,其工艺中添加了甲醛,所产生的废水对人体有害,现在利用生物酶处理工艺,仅加少量酸调节pH值,不添加其他化学物,故废水成分简单且排放量少,生产出的纺织品吸水性能好、柔软、安全。③用微生物技术生产的产品,一般都比较容易生物降解。如用微生物技术生产的聚羟基烷酸(PHA)塑料代替人工合成的难降解塑料,可以缓解“白色污染”;用微生物法生产丙烯酸酰胺絮凝剂来代替化学法合成有机和无机絮凝剂,除了产品具有可生物降解性的特点外,其生产过程中废水的产生量仅为化学法的1/20。④过去以小麦为原料,用盐酸水解法生产味精;现在以薯粉为原料,用微生物发酵法生产味精,节约了大量粮食(3t薯粉与30t小麦所生产的味精产量相同),符合清洁生产的“降低物耗”原则,大大降低了生产成本。



3. 生物防治

微生物与其他生物之间的拮抗关系,被用来进行生物防治工作。例如,微生物农药——利用杀螟杆菌、苏云金杆菌、白僵菌、井冈霉素、春雷霉素、庆丰霉素等微生物体或微生物的代谢产物可以消灭大面积的农林害虫;噬藻体(藻类病毒)可以用于消除赤潮与水华危害;一些致病微生物可以用来控制鼠患等。微生物农药的优点是选择性强,对人、畜、作物无害,同时不污染农、畜产品和环境,对多数益虫无害。在合理使用的情况下,害虫不易产生抗药性。缺点是药效较缓慢,效果易受气候条件影响,有些品种生产费用较高。微生物农药的开发、微生物肥料的运用,可以大大减少因化学农药和化肥的使用带来的环境污染问题,为我国的绿色食品产业提供了有力的保障。

【知识窗】

微生物农药

微生物杀虫剂与化学合成杀虫剂相比,具有以下特点:一是防治对象专一,选择性高;二是药效作用较缓慢,药效易受外界因素(温度、湿度、光照等)影响;三是对于生态环境影响小。我国目前开发生产的微生物农药种类及其在农业生产中的应用见表 0.2。

表 0.2 微生物农药种类及其在农业生产中的应用

类型	品种	防治对象
细菌类微生物农药	苏云金杆菌	目前应用最为广泛的品种,约占全部生物农药使用量的 90%,可用于防治小菜蛾、菜青虫、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾、茶毛虫、茶尺蠖、棉铃虫、稻苞虫、稻纵卷叶螟、枣尺蠖、玉米螟、苹果巢蛾和天幕毛虫等多种鳞翅目害虫
	多黏类芽孢杆菌	可用于防治番茄、烟草、辣椒、茄子青枯病
	放射土壤杆菌	可用于防治桃树根癌病
	枯草芽孢杆菌	可用于防治黄瓜白粉病、草莓白粉病和灰霉病、水稻纹枯病和稻曲病、三七根腐病和烟草黑胫病等,还可用于调节水稻生长、增产
	蜡质芽孢杆菌	可用于油菜抗病、壮苗、增产,还可用于防治水稻纹枯病、稻曲病和稻瘟病、小麦纹枯病和赤霉病、姜瘟病等
	荧光假单胞杆菌	可用于防治番茄青枯病、烟草青枯病和小麦全蚀病
	类产碱假单胞菌	可用于防治草场牧草草地蝗虫



续表 0.2

类型	品种	防治对象
真菌类微生物农药	绿僵菌	可用于防治滩涂飞蝗和一些鳞翅目害虫
	白僵菌	可用于防治白粉虱、烟粉虱、金龟子、蛱蝶等多种害虫
	耳霉菌	可用于防治小麦蚜虫
	木霉菌	可用于防治黄瓜灰霉病和霜霉病、大白菜霜霉病和小麦纹枯病等
	淡紫拟青霉菌	可用于防治番茄根结线虫病
	厚孢轮枝菌	可用于防治烟草根结线虫病
病毒类微生物农药	苜蓿银纹夜蛾核型多角体病毒	可用于防治十字花科蔬菜等多种作物甜菜夜蛾
	斜纹夜蛾核型多角体病毒	可用于防治十字花科蔬菜等多种作物斜纹夜蛾
	棉铃虫核型多角体病毒	可用于防治危害多种作物的棉铃虫
	茶尺蠖核型多角体病毒	可用于防治茶树茶尺蠖
	油桐尺蠖核型多角体病毒	可用于防治茶树茶尺蠖
	小菜蛾颗粒体病毒	可用于防治十字花科蔬菜小菜蛾
	菜青虫颗粒体病毒	可用于防治十字花科蔬菜菜青虫
	草原毛虫核多角体病毒	可用于防治草原毛虫

4. 环境生物技术的应用

环境生物技术是充分利用各种环境生物的特殊功能,采用现代分子生物学和分子生态学的原理和方法,利用微生物介质,依据各类微生物的生态活动规律,从中寻找最有效的能解决目前一些环境问题的途径,进行生物净化、生物修复、截留废物中的可循环利用资源、生物转化、生物催化、污染治理、清洁生产等,多层面、全方位地解决工业和生活污染、农业和农村面源污染、荒漠化和海水污染等问题。

我国是生物资源、生物多样性最丰富的国家之一。地跨寒温至热带,内陆海拔高差大,地形复杂、环境多变、生物资源丰富。据不完全统计,我国拥有动植物、微生物约 26 万种,其中植物 3 万种、动物 20 万种、微生物 3 万种。发展生物技术及其产业,我国有着雄厚的资源基础。为了推动 21 世纪经济持续快速发展,政府十分重视生物技术研究开发与产业化。生物技术已成为我国研究开发经费投入最多的领域,我国的生物技术产业