

产业生态工程丛书

CHANYE SHENGTAI GONGCHENG CONGSHU

TURANG WEISHENGWU
SHENGTAI GONGCHENG

土壤微生物生态工程

吴向华 刘五星 编著



化学工业出版社

TURANG WEISHENGWU
SHENGTAI GONGCHENG

土壤微生物生态工程

吴向华 刘五星 编著



化学工业出版社

·北京·

土壤微生物生态工程是现代土壤学、微生物学与生态工程相互渗透,结合形成的新兴研究方向。本书系统地阐述了土壤微生物生态工程的基本理论、研究进展和技术方法。

土壤微生物生态工程,主要是通过向土壤中接种微生物或改良土壤环境以刺激微生物的生长繁殖,达到改善土壤环境、减少土传病害、降解土壤中的污染物以及加快土壤生态恢复等目的。随着我国工农业的发展,土壤环境问题日益突出,耕地面积日益减少,土壤微生物生态工程在生态农业建设、污染土壤生态修复、矿山复垦以及海滨盐土改良等方面起着日益重要的作用。本书系统介绍了国内外土壤微生物生态工程的基本原理及其在生态农业、环境修复、海滨盐土改良、矿山复垦等方面的作用。

本书可供微生物学、生态学、环境学等相关专业的科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

土壤微生物生态工程/吴向华,刘五星编著. —北京:化学工业出版社,2012.2

(产业生态工程丛书)

ISBN 978-7-122-13079-2

I. 土… II. ①吴…②刘… III. 土壤微生物-生态工程
IV. S154.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第272339号

责任编辑:夏叶清
责任校对:洪雅姝

文字编辑:刘砚哲
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张12¼ 字数214千字 2012年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:48.00元

版权所有 违者必究

产业生态工程丛书

主 编：钦 佩

副 主 编：任洪强 周文宗

丛书编委会委员：（以姓氏笔画为序）

任洪强 刘金娥 吴向华 周 军 周文宗

钦 佩 席运官 宰学明 樊理山

丛书前言

2009年12月19日，联合国气候变化大会在丹麦哥本哈根闭幕，各国经过艰苦谈判所达成的《哥本哈根协议》具有积极意义。大多数国家都认识到气候变化问题的严重性，都表示要在应对气候变化问题上承担各自的责任。我国近年来鼓励并重点投资开发包括生物质能在内的新能源，结合生态工程技术，大力开发清洁项目，采取多元化的路径，力争在一段时间内实现减排的承诺，为人类作出应有的贡献。

对于我们这样一个拥有超过13亿人口的大国来说，尽量做到资源的最大节约和污染物的资源化利用，已成为我国调整产业结构、建设生态文明的必然追求；在这样的背景下，介绍产业生态工程原理与各种产业生态工程技术的应用该领域科学家责无旁贷。我们有理由相信，“产业生态工程”丛书的应运而生将为我国在不久的将来“基本形成节约能源资源和保护生态环境的产业结构、增长方式、消费模式”提供科学技术支撑。

新能源的研发是涉及我国国家安全的重要战略举措，生物质能是新能源中的重要类别。然而生物质能的研发触及原料、成本、国家政策等多项瓶颈，发展陷入尴尬境地，某些方向甚至举步维艰。《生物质能产业生态工程》提出一崭新的路线图：运用生态工程技术将生物质能的开发统筹为一个复合生态系统来对待，分层多级消化生物质能，提高产品附加值和系统的综合效益，有利于克服发展瓶颈，走出具有中国特色的生物质能产业化的新路。本书重点介绍了生物质能产业化中的生态工程技术，分析了瓶颈和应对措施。

《发酵生态工程》不仅植根于食品工业，而且越来越多地应用于污染物的治理和废弃物的资源化利用，有利于我国发展低碳经济和建设资源节约型社会。该书从产业生态工程的角度阐述发酵过程的优化控制，发酵副产物的综合利用和资源化技术，在传统发酵工程上延长产业链，提升发酵产业的生命周期，开发新的生长点，有利于帮助相关产业提升发展水平和综合效益。

我国人口众多，人均水资源占有量仅为世界的1/4。而且，随着经济的快速发展，用水量剧增，污水排放量也相应增加，从而导致我国资源性缺水和水质性缺水日益加剧，严重制约了我国经济的可持续发展。《污染水体生物治理生态工程》系统介绍了国内外污染水体的生物治理情况和生态修复的各种方法，特别突出地介绍了作者在淡水渔业养殖水体水质改良方面的多年研究实例，这将对我国

水体污染的治理、养殖水的达标放排起到借鉴作用。

我国水产养殖的规模已经稳居世界第一，运用生态工程技术指导水产养殖已广为水产养殖界所追求。《特种水产养殖》介绍了以食物链（网）为主要技术路线的综合生态工程技术，指导水产养殖，涉及不同的第一性生产者、初级消费者、清道夫和终极产品等重要角色，投入不同的养殖模式中，以达到高效、高产和高质的目标。本书所介绍的生态工程技术已在全国许多地区的黄鳝、泥鳅和小龙虾生态养殖中取得了巨大的经济效益。

由于沿海地区的高强度开发，人为干扰给沿海滩涂系统带来的危害日趋加大。《滩涂产业生态工程》介绍了国际沿海滩涂生态系统的保护、管理及开发的历史和实践；针对我国丰富的滩涂资源及演化的特点，着重介绍了典型滩涂生态系统的生态工程及相关技术，分析了滩涂资源的类型、质量、价值，比较了多种开发模式的特性；并且探讨了高强度开发下滩涂生态系统的保护和利用的关系，以及在未来产业发展过程中的可持续性。

有机农业成为农业可持续发展和保障食品质量安全的重要形式，《有机农业技术与有机食品质量》作者根据近 20 年的从业经验，总结和提炼了不同种类的有机种植与养殖技术，同时阐述了有机食品的质量和人类健康的关系。本书不仅有益于有机农业生产者提高其生产技术水平，也有利于广大消费者了解有机食品的品质，而且有助于决策者全面了解有机农业的环境与社会效益，从而进一步支持和推动我国有机农业产业的发展。

土壤微生物生态工程在生态农业建设、污染土壤生态修复、矿山复垦以及海滨盐土改良等方面起着日益重要的作用。土壤微生物生态工程，主要是通过向土壤中接种微生物功能群物种或改良土壤环境以刺激微生物的生长繁殖，从而改善土壤环境、减少土传病害、降解土壤中的污染物以及加快土壤生态恢复。《土壤微生物生态工程》一书系统介绍了国内外土壤微生物生态工程的基本原理及其在生态农业、环境修复、海滨盐土改良、矿区复垦等方面的作用。

由于缺乏科学的育种、筛选及与之相适宜的栽培技术和管理模式，不能充分发挥品种的产量和品质潜力，严重制约花卉、苗木、园林、特色农业与生态修复等产业的发展。因此，系统介绍了多种经济植物的选育、栽培（包括组织培养）等技术和方法，尤其突出以优质高产为目标，兼顾高效、生态和安全的生态工程模式为案例，是《特种经济植物产业生态工程》一书的特色，将为区域生态建设、生态恢复和发展多种经营提供技术指导。

运用生态工程技术将纺织产业作为一个复合生态系统来对待，分层多级消化生物质，提高产品附加值和系统的综合效益，克服发展瓶颈，走出具有中国特色的纺织工业发展新路。《纺织产业生态工程》系统介绍了国内外纺织产业生态工

程发展的现状，重点介绍了纺织产业中的生态工程技术，突出介绍了纺织产业生态工程领域的许多案例，这将为我国纺织产业的可持续发展提供很好的借鉴。

本丛书的作者都是在生态工程领域富有经验、有所积淀的第一线科技工作者。九本产业生态工程方面的论著汇集成套，不仅集中介绍了国内外产业生态工程发展的最新进展，阐述了九个领域和相关产业的生态工程关键技术，还展现了代表作者科研成果亮点的重要案例；有利于推动我国产业生态工程学科的发展和科技开发，也有助于提升相关产业的科技水平和综合效益。本丛书的成套性不是产业生态工程学科的集大成，但确实是该学科九个领域的知识与成果集锦。请读者仔细品读，如果发现其中的瑕疵和遗漏，请不吝赐教，我们将虚心听取您的批评，认真改进。

钦佩

2010年11月28日

前 言

“万物土中生，有土斯有粮”。土壤是农业生产的基础，是人类赖以生存，不可缺少的物质保障。微生物作为土壤生态系统的分解者，在土壤的物质循环、养分转化、毒物降解等方面有重要作用，在生态农业建设、污染土壤生态修复、矿山复垦以及海滨盐土改良等方面起积极作用。微生物生态学是研究微生物与周围生物与非生物环境之间相互关系的一门学科。土壤微生物生态学是以土壤自然体作为研究对象，探索生活在土壤中的微生物的生态行为和特征，其主要研究内容是微生物在土壤中的分布、作用和影响；微生物在土壤修复中的机理和作用；微生物和土壤中其他生物之间的关系。生态工程是人们为寻求解决在 20 世纪中叶全球爆发的资源破坏、能源短缺、环境污染、食物短缺等日益严峻的生态危机，加强资源和环境保护而兴起的一门学科。土壤微生物生态工程基于土壤学、微生物学和生态学的原理和技术，使用微生物改善土壤环境，使之健康可持续发展。土壤微生物生态工程，主要通过向土壤中接种微生物功能群物种或改良土壤环境以刺激微生物的生长繁殖，从而改善土壤环境、减少土传病害、降解土壤中的污染物以及加快土壤生态恢复。

本书在林业公益性行业科研专项计划（项目编号：200904001）支持的部分研究成果基础上，参考了大量国内外文献，并适当加入南京大学盐生植物实验室在土壤微生物生态工程中的最新研究进展。

本书共分八章，第一章、第六章由刘五星编写，第二章由陈玉胜编写，第三章由吴向华编写，第四章由贲爱玲编写，第五章由吴向华、刘五星编写，第七章由张焕仕、吴向华编写，第八章由吴向华、张焕仕编写。全书由吴向华、刘五星统稿。本书内容新颖，技术资料丰富，可作为我国土壤微生物行业的从业者、研究者和管理者的技术参考资料，当然也可作为环境、生态、微生物、土壤等学科师生教学和研究用的参考书。

本书援引了相关著述的宝贵数据，在此对相关作者谨表谢意。此外，研究生郑琨、秦超琦、王殿玺等参与了本书第五章有关前期基础工作，本科生范维、韦墨池、杨丽、徐建静、姚蕾等为本书的资料整理和校对做了有益的工作，在此一并表示感谢。由于编者水平有限，加之时间紧张，不妥及遗漏之处在所难免，希望广大读者和同行不吝指出，以利于今后进一步修改提高。

编者
2011 年

目 录

第一章 绪论	1
一、土壤微生物	1
二、生态工程	2
三、土壤微生物生态工程	4
第二章 微生物学基础	7
第一节 微生物的形态、构造和功能	7
一、原核微生物的形态	7
二、真核生物的形态、构造和功能	13
第二节 微生物的营养和培养基	15
一、微生物的六类营养要素	15
二、微生物的营养类型	16
三、培养基	16
第三节 微生物的新陈代谢	17
一、微生物的能量代谢	18
二、分解代谢和合成代谢间的联系	21
第四节 微生物的生长及其控制	22
一、测定生长繁殖的方法	22
二、微生物的群体生长规律	23
三、影响微生物生长的主要因素	26
四、微生物的培养	27
五、有害微生物的控制	28
第五节 微生物的遗传变异和育种	31
一、基因突变	31
二、基因重组	33
三、微生物育种	34
四、基因工程	36
五、菌种的保藏	38
第三章 土壤与微生物	40
第一节 土壤性质	40
一、土壤定义	40

二、土壤的组成	40
三、土壤性质	42
四、土壤资源	50
第二节 土壤中的微生物	54
一、土壤是微生物的天然培养基	54
二、土壤中的微生物	54
三、土壤对微生物区系分布的影响	59
四、微生物区系对土壤的影响	61
第三节 土壤中微生物的相互关系	62
一、共栖关系	62
二、共生关系	63
三、竞争关系	64
四、拮抗现象	64
五、寄生关系	65
六、捕食关系	65
第四章 土壤微生物在生态系统物质循环中的作用	66
第一节 微生物与碳循环	66
一、碳素循环的基本过程	66
二、微生物在碳素循环中的作用	67
三、淀粉和糖的分解	68
四、纤维素的分解	69
五、果胶物质的分解	70
六、半纤维素的分解	70
七、其他不合氮有机物质的分解	71
八、产甲烷细菌群	72
第二节 微生物与磷循环	72
一、磷素循环的基本过程	72
二、解磷微生物的种类	73
三、微生物解磷机制的研究	74
四、磷素污染	75
第三节 微生物与氮循环	75
一、氮素循环的一般过程	75
二、氨化作用	76
三、硝化作用	77
四、反硝化作用	78

五、固氮作用	79
六、氮素污染	82
第四节 微生物与其他元素循环	83
一、硫素循环	83
二、铁锰钾等元素循环	85
第五章 微生物在生态农业工程建设中的作用	86
第一节 微生物肥料	86
一、微生物肥料概论	86
二、固氮菌	90
三、解磷菌	93
四、硅酸盐细菌（解钾菌）	94
五、根际促生菌	97
第二节 微生物与农业面源污染控制——湿地生态工程中的微生物	100
一、农业面源污染	101
二、人工湿地	103
三、湿地生态系统中的微生物	104
第六章 微生物在污染土壤生态修复中的作用	107
第一节 微生物在有机污染土壤生态修复中的作用	107
一、生态修复的概念	107
二、微生物在有机污染土壤生态修复中的作用原理	107
三、影响微生物降解土壤中有机污染物的主要因素	111
四、微生物与有机污染土壤生态修复	116
五、修复案例——微生物在石油污染土壤生态修复中的作用	121
第二节 微生物在重金属污染土壤生态修复中的作用	125
一、微生物强化重金属植物修复	126
二、微生物对重金属的转化	128
三、微生物对重金属离子的吸附与固定	129
第七章 微生物在海滨盐土生态工程中的作用	131
第一节 解磷微生物在海滨盐土生态工程中的应用	131
一、盐碱土的定义	131
二、盐碱土的形成过程	131
三、我国盐碱土的分布及特征	132
四、发展盐土农业的紧迫性	133
五、解磷菌剂在海滨盐土生态工程中的应用	134
六、案例分析	135

第二节 生态种植对盐土微生物多样性的影响	143
一、土壤微生物多样性	143
二、生态农业	145
三、生态种植对土壤微生物多样性的影响	145
四、盐土生态种植对土壤微生物多样性的影响	146
五、案例分析	147
第八章 微生物在矿山复垦生态工程中的作用	153
第一节 矿区生态恢复概述	153
一、矿区生态恢复	153
二、矿山开采的生态环境效应	154
三、矿区废弃地生态恢复技术措施	155
四、国内外矿区利用微生物复垦现状	157
第二节 丛枝菌根在矿区生态重建中的应用	159
一、促进土壤物质循环	159
二、改善土壤理化性质	159
三、稳定土壤结构	160
四、促进植物生长, 增强抗逆性	160
第三节 煤矿生物修复——脱硫、抑制氧化	161
一、脱硫微生物	162
二、煤炭微生物脱硫机理	163
三、微生物脱硫方法	164
四、影响煤炭微生物脱硫的因素	165
五、微生物脱硫存在问题	166
参考文献	167

第一章 绪论

一、土壤微生物

1. 土壤微生物的概念

土壤 (soil) 是指覆盖于地球陆地表面, 具有肥力特征的, 能够生长绿色植物的疏松物质层。土壤主要由矿物质、水、空气、有机质和生物等 5 部分组成。一般说来, 矿物质所占的体积不到土壤体积的 50%, 空气和水的体积约占土壤体积的 50%, 孔隙和有机质一般占 3%~6%。尽管土壤微生物所占的体积不到 1%, 但却是土壤的重要组成成分, 在维持土壤肥力和作物生长中起重要作用。

土壤微生物 (soil microorganism), 是生活在土壤中的细菌、真菌、放线菌、藻类的总称。其个体微小, 一般以微米或毫微米来计算, 其种类和数量随成土环境及土层深度的不同而变化。土壤微生物主要分为土壤细菌、土壤放线菌、土壤真菌、土壤藻类和土壤原生动物 5 大类群, 其中以细菌最多, 放线菌、真菌次之, 藻类和原生动物等较少。土壤中的细菌通常占土壤微生物总数的 70%~90%, 每克农田土壤中的细菌数常超过 1 亿 (平板计数法) 或 10 亿个 (直接计数法)。土壤细菌有许多不同的生理类群, 如固氮细菌、氨化细菌, 纤维分解细菌、硝化细菌、反硝化细菌、硫酸盐还原细菌、产甲烷细菌等, 它们能够在转化有机质过程中分解动植物残体中的纤维素、含氮化合物、含硫化合物等, 转变为葡萄糖、铵态氮等形式, 供植物生长需要。土壤中放线菌的数量虽比细菌少, 但由于体积比细菌大几十倍到几百倍, 因此在土壤中的生物量并不低于细菌。真菌主要分布在土壤的表层, 由于它们喜酸性, 因此在酸性森林土壤中更多。真菌在数量上要比细菌和放线菌少, 每克土壤只含几万至几十万个, 但由于其菌丝很粗, 个体体积较细菌和放线菌大, 所以它们的生物量也不少。

2. 土壤微生物的研究内容

土壤微生物学不仅是微生物学的分支学科, 也是土壤学的一个组成部分, 而且与生物化学、农业化学、植物生理学和植物病理学等学科相互渗透。土壤微生物学研究的主要内容有土壤微生物的形态、分类、生理类群以及土壤微生物资源的开发和利用; 土壤因素对土壤微生物类群的分布、发育状况以及各类群之间的关系; 微生物对土壤中各种物质的转化, 包括有机物质的分解、营养元素的转化、土壤中新的有机质的合成以及土壤理化性质的改变; 植物根系对微生物发育和活动的影 响、微生物活动对植物营养、生长的利弊; 土壤微生物和其他生物分

泌的各种外酶和这些生物死亡自溶后释放的内酶，对土壤中各种物质转化的活性以及对土壤性质的影响；土壤微生物对污染物的降解、污水净化作用等。

3. 土壤微生物在生态系统中的作用

(1) 有机物的主要分解者 土壤微生物最大的价值也在于其分解功能。它们分解生物圈内存在的动物和植物残体等复杂有机物质，并最终将其转化成最简单的无机物，如 CO_2 、 H_2O 、 NH_3 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} ，这些无机物又可以被初级生产者利用，再次参与物质循环。随着工农业生产的发展，大量的农药、石油等有机污染物进入水体、土壤，导致环境的污染日趋严重。微生物作为自然界生态系统中的分解者，除了动物和植物残体外，也可使进入环境的有机污染物不断地降解，最终转化为 CO_2 、 H_2O 等无机物，使污染的环境得以净化。

(2) 物质循环中的重要成员 生物地球化学循环是指生物圈中各种化学元素，经生物化学作用在生物圈中的转化和运动，是地球化学循环的重要组成部分。地球上的部分元素都以不同的速率参与生物地球化学循环。其中碳、氮、硫、磷的循环受两个主要的生物过程控制，一是光合生物对无机营养物的同化，二是后来进行的异养生物的矿化。尽管所有生物都参与生物地球化学循环，但微生物在有机物的矿化中起决定性作用，有研究表明地球上 90% 以上有机物的矿化均是由细菌和真菌完成的。

(3) 生态系统中的初级生产者 自养微生物是生态系统的初级生产者，它们既可直接利用太阳能、无机物的化学能作为能量来源，另一方面其积累下来的能量又可以在食物链、食物网中流动。自养细菌主要包括光能自养细菌和化能自养细菌。其中光能自养细菌主要有蓝细菌、绿硫细菌和紫硫细菌；化能自养细菌主要有硝化细菌、硫化细菌、铁细菌等。这些微生物的活动，在微生物生态工程中具有重要作用。例如，土壤中硝化细菌的活动，可提高土壤肥力，特别是在矿区贫瘠土壤的复垦过程中，可以增加植物可利用的氮素营养。利用硫细菌可降低土壤 pH 值，提高土壤矿质盐的可溶性，从而改善作物的矿质营养。

二、生态工程

1. 生态工程定义

生态工程起源于生态学的发展与应用，至今仅有 50 年左右的历史。20 世纪 60 年代以来，全球出现了不同程度的生态与环境危机，主要表现为人口激增、资源破坏、能源短缺、环境污染和食物供应不足。在西方的一些发达国家，这种资源与能源的危机表现得更加明显与突出。现代农业一方面提高了农业生产率与产品供应量，另一方面又造成了各种各样的污染，给土壤、水体、人体健康带来了严重的危害。而在发展中国家，面临的不仅是环境资源问题，还有人口增长，

资源不足与遭受破坏的综合作用问题，所有这些问题都进一步孕育、催生了生态工程与技术对解决实际社会与生产中所面临的各种各样的生态危机的作用。

1962年美国著名生态学家 H. T. Odum 首先使用了生态工程 (Ecological Engineering)，提出了生态学应用的新领域——生态工程学，并把它定义为“为了控制生态系统，人类应用来自自然的能源作为辅助能对环境的控制”，管理自然就是生态工程，它是对传统工程的补充，是自然生态系统的—个侧面。80年代后，生态工程在欧洲及美国逐渐发展起来，并出现了多种认识与解释，并相应提出了生态工程技术，即“在环境管理方面，根据对生态学的深入了解，花最小代价的措施，对环境的损害又是最小的一些技术”。

在我国生态工程的概念提出是由已故的生态学家、生态工程建设先驱马世骏先生在1979年首先倡导的。马世骏先生(1984)给生态工程下的定义为：“生态工程是应用生态系统中物种共生与物质循环再生原理，结构与功能协调原则，结合系统分析的最优化方法，设计的促进分层多级利用物质的生产工艺系统。生态工程的目标就是在促进自然界良性循环的前提下，充分发挥资源的生产潜力，防治环境污染，经济利益与生态效益同步发展。它可以是纵向的层次结构，也可以发展为几个纵向工艺链索横向联系而成的网状工程系统。”

现代生态工程被定义为模拟自然生态的整体、协同、循环、自生原理，并运用系统工程方法去分析、设计、规划和调控人工生态系统的结构要素、工艺流程、信息反馈关系及控制机构，疏通物质、能量、信息流通渠道，开拓未被有效利用的生态位，使人与自然双双受益的系统工程技术。

2. 生态工程原理和原则

生态工程是从系统学出发，基于生态学、经济学和工程学的原理，运用现代科学技术成果、现代管理手段和专业技术经验组装起来的，以期获得较高的经济、社会、生态效益的现代农业工程系统。

生态工程依据的主要原理有：

- ① 物质循环再生原理 可避免环境污染及其对系统稳定性和发展的影响；
- ② 物种多样性原理 生物多样性程度可提高系统的抵抗力稳定性，提高系统的生产力；
- ③ 协调与平衡原理 生物数量不超过环境承载力，可避免系统的失衡和破坏；
- ④ 整体性原理 统一协调各种关系，保障系统的平衡与稳定；
- ⑤ 系统学与工程学原理 改善和优化系统的结构和功能，保持系统很高的生产力。

生态工程建立时必须考虑如下几项原则：

① 必须因地制宜，根据不同地区的实践情况来确定本地区的生态工程模式；

② 由于生态系统是一个开放、非平衡的系统，在生态工程的建设中必须扩大系统的物质、能量、信息的输入，加强与外部环境的物质交换，提高生态工程的有序化、增加系统的产出与效率；

③ 在生态工程的建设发展中，必须实行劳动、资金、能源、技术密集相交叉的集约经营模式，达到既有高的产出，又能促进系统内各组成成分的互补、互利协调发展。

三、土壤微生物生态工程

1. 土壤微生物生态工程定义

土壤微生物生态工程是基于土壤学、微生物学和生态学的原理和技术，使用微生物改善土壤环境，使之健康可持续发展。土壤微生物生态工程主要是通过向土壤中接种微生物功能群物种或改良土壤环境以刺激微生物的生长繁殖，从而改善土壤环境、减少土传病害、降解土壤中的污染物以及加快土壤生态恢复。

2. 土壤微生物生态工程的研究内容

(1) 土壤微生物生态工程与污染场地的生态修复 由于微生物的代谢类型极其多样，作为一个整体，微生物分解有机物的能力是惊人的。可以说，凡自然界存在的有机物，几乎都能被微生物所分解。如葱头假单孢菌 (*Pseudomonas cepacia*) 甚至能降解 90 种以上的有机物，它能利用其中任何一种作为唯一的碳源和能源进行代谢。然而，由于近几十年来，工业的迅速发展，人工合成的有机物大量问世，如杀虫剂、除草剂、洗涤剂、增塑剂等等，它们都是地球化学物质家族中的新成员。尤其是不少合成有机物的研制开发时的目的之一，就是要求它们具有化学稳定性。对于新合成的化合物，自然界中原本不可能存在可作用于它的微生物和酶系，因而可能大量存积于环境中而造成污染。近年来的研究表明，当环境条件发生改变时，微生物能逐步改变自身条件以适应变化的环境。它们可能通过改变自身条件以适应变化的环境；也可能通过形成诱导酶以适应新的环境，而后一种情况，则更为普遍。产生了新酶系的微生物，具备了新的代谢功能，从而能降低或转化新合成的化合物。目前已发现许多微生物能降解人工合成的有机物，甚至原以为不可生物降解的合成有机物，也找到了能降解它们的微生物。

另外，共代谢机制的存在，大大拓展了微生物对难降解有机污染物的作用范围。共代谢又称协同代谢，是指只有在初级碳源和能源存在的条件下，微生物才能进行有机物降解的过程，所提供的初级碳源和能源物质称之为共代谢底物。也就是说，有些不能作为唯一碳源与能源被微生物降解的有机物污染物，当提供其他有机物作为碳源或能源时，这一有机物就有可能因共代谢作用而被降解。例