



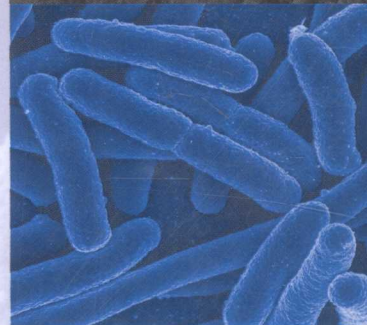
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

现代微生物生态学

(第二版)

主 编 池振明

副主编 王祥红 李 静



科学出版社

www.sciencep.com



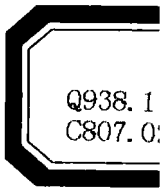
中国科学院第十一届年会论文集

现代微生物生态学

王宗元

中国科学院微生物研究所
北京 100085

中国科学院微生物研究所



Q938.1
C807.01

72

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

现代微生物生态学

(第二版)

主 编 池振明

副主编 王祥红 李 静

科 学 出 版 社

北 京

Q938.1
C807.02

内 容 简 介

本书主要介绍正常自然环境、海洋环境、极端环境和污染环境中的微生物与其周围生物和非生物环境之间的相互关系,微生物在这些环境中的作用和这些微生物及其活性产物的应用;同时也介绍了微生物生态学研究使用的传统方法和现代分子生物学方法。

本书适合作为生物学、微生物学、生态学、环境科学和海洋学专业的本科生和研究生教材,也可作为从事此类学科研究和教学的科研人员和教师的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代微生物生态学/池振明主编. —2版. —北京:科学出版社,2010.1

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

ISBN 978-7-03-026558-6

I. ①现… II. ①池… III. ①微生物生态学-高等学校-教材 IV. ①Q938.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 016275 号

责任编辑:单冉东 李晶晶/责任校对:包志虹

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年8月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010年1月第 二 版 印张:27

2010年1月第三次印刷 字数:640 000

印数:4 500—7 501

定价:48.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

微生物生态学是指研究微生物与其周围生物和非生物环境之间相互关系的一门科学。人们仅在 20 世纪 60 年代初期才开始使用微生物生态学这个名词,所以它是一门比较年轻的科学。

40 多年来,微生物生态学得到了迅速发展,并引起了许多研究者的极大兴趣。目前,微生物生态学的研究热点应该是:①自然环境中的微生物资源、遗传和功能基因的多样性,特别是海洋环境(包括深海)、极端环境和污染环境中的微生物资源、遗传和功能基因的多样性最近几年引起了各国政府和研究机构的高度重视,我国从“十五”开始也投入大量的经费开展这方面的研究。②海洋微生物的生物活性产物,特别是海洋微生物产生的药物和酶及其编码,这些药物和酶的基因正在得到有关公司的注意,其中许多已经得到开发和应用。③污染环境中的微生物及其基因,特别是那些具有强降解剧毒污染物能力的微生物和相关的基因,人们正在设法利用这些微生物处理环境中种类越来越多的各种污染物,再利用有关的基因改造天然微生物菌株,使它们具有更强降解和净化污染物的能力。④微生物与环境友好物质,由于最近几十年来大量使用塑料、农药、合成表面活性剂、石油和煤炭,给环境造成了严重的污染,再加上能源危机,使得如何利用微生物产生的环境友好物质取代这些物质已经成为最近几年全世界研究的热点之一。

本书第一版在 2005 年由科学出版社出版后,已被多所大学选作本科生和研究生教材,并被多部著作引用,受到广大读者的欢迎。由于最近几年微生物生态学发展非常迅速,与微生物生态学有关的新内容、新观点和新方法不断出现,同时,在第一版编写过程中由于时间比较仓促,书中存在一些不足之处。为了反映现代微生物生态学发展的最新内容和新方法,我们对第一版的内容进行补充和修改,在第二版中重点突出了微生物生态学目前研究的热点问题。

在编写第二版过程中,王祥红博士重点编写海洋环境中的微生物(第四章),李静博士重点参与编写研究微生物生态学的方法(第二章),山东科技大学的李惠娟博士参与编写微生物与化学污染物之间的相互关系(第八章),池振明教授的博士研究生张瞳、赵春海、王纪明、王芳和池哲参与编写极端自然环境中的微生物(第五章)和微生物产生的生态友好物质(第十一章),其余章节主要由池振明教授编写。

本书第二版出版过程中得到中国海洋大学出版基金的支持,在此表示感谢。

由于我们的水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 10 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 微生物生态学的研究范围和目的	1
一、什么是生态学	1
二、什么是微生物生态学	1
第二节 微生物生态学的发展简史	3
第三节 研究微生物生态学的意义	5
思考题	6
参考文献	7
第二章 研究微生物生态学的方法	8
第一节 研究微生物生态学的传统方法	8
一、直接测定	8
二、培养方法	8
三、代谢活力的测定	9
四、数学方法	9
第二节 研究微生物生态学的分子生物学方法	9
一、rRNA 和 rRNA 基因序列的测定	11
二、利用核酸探针和杂交技术研究微生物的多样性	14
三、全细胞杂交法的改进	17
四、基于 PCR 技术的 DNA 指纹图谱技术	19
五、其他方法	26
思考题	28
参考文献	28
第三章 自然环境中微生物群落的组成及其变化规律	30
第一节 土壤中微生物群落的组成及其变化规律	31
一、土壤中微生物的分布	31
二、土壤中的微生物群落	31
三、影响土壤微生物分布的因素	33
第二节 水体中微生物群落的结构及其变化规律	34
一、淡水中的微生物群落组成和代谢活力	34
二、环境条件对水体中微生物群落结构的影响	36
第三节 空气中微生物群落及其变化规律	36
一、空气是微生物生长和生存的不良环境	36
二、空气是传播微生物的介质	37
三、室外的空气	37
四、室内空气中的微生物	38

五、空气中的微生物对生态的效应	38
思考题	39
参考文献	39
第四章 海洋环境中的微生物	40
第一节 海洋环境中的主要微生物类群	40
一、古菌	40
二、真细菌	40
三、真核微生物	44
四、细菌在海水中的分布	45
第二节 海水养殖环境中的致病菌	47
一、养殖鱼类病原菌	47
二、养殖对虾病原菌	51
三、养殖贝类病原菌	51
第三节 海水养殖环境中的有益微生物	52
一、有益微生物的概念	52
二、有益微生物的种类和来源	52
三、有益微生物的作用机理	54
第四节 海洋环境中的酵母	55
一、酵母在海洋环境中的分布与多样性	56
二、海洋酵母产生的胞外酶	58
三、海洋酵母菌产生的铁载体	73
四、海洋酵母菌产生的核黄素	73
第五节 深海地热环境中的微生物	74
一、共生生物	74
二、非共生的嗜高温微生物	75
三、嗜热微生物和超嗜热微生物	75
第六节 海洋微生物的活性物质	76
思考题	81
参考文献	81
第五章 极端自然环境中的微生物	83
第一节 在低温环境中的微生物	83
一、低温环境中的微生物	83
二、高温对嗜冷菌的影响	85
三、低温微生物适应低温的分子机理	86
四、嗜冷菌的应用	90
第二节 高温环境中的微生物	92
一、高温环境中的微生物	92
二、超嗜热微生物的多样性	95
三、高温环境中微生物生命的分子机理	100
四、耐高温菌的耐高温遗传基础	105

五、嗜热菌的产物多样性及其应用	108
第三节 在强酸环境中的微生物多样性	120
一、在强酸环境中的微生物	121
二、在极端酸性环境中微生物之间的相互作用	124
三、微生物抗酸的分子机理	125
四、嗜酸菌的应用	127
第四节 在碱性环境中的微生物	129
一、嗜碱菌的分布和分离	129
二、嗜碱微生物的特殊生理特征	131
三、嗜碱芽孢杆菌染色体 DNA 的物理图谱	134
四、嗜碱菌的基因克隆	134
五、嗜碱菌产生的酶	136
六、嗜碱菌产生的代谢产物	140
第五节 在高盐环境中的微生物多样性	141
一、嗜盐微生物的类型	142
二、嗜盐菌的生态分布	142
三、嗜盐微生物抗高浓度 NaCl 的分子机理	143
四、嗜盐菌耐盐机理的遗传基础	150
五、嗜盐微生物的产物多样性及其应用	152
第六节 低营养环境中的微生物	154
一、低营养环境中的微生物	154
二、低营养环境中的微生物生命机理	155
三、低营养型微生物的应用	156
第七节 高压环境中的微生物	156
一、深海微生物的多样性	156
二、在深海沟中的微生物多样性	157
三、适应高压和低温环境的细菌	157
四、嗜压微生物的分子生物学	158
五、在高压下酶的活性和热稳定性	158
六、嗜压菌的潜在用途	159
第八节 高辐射环境中的微生物	161
一、抗辐射微生物	162
二、微生物抗辐射的分子机理	162
三、抗辐射微生物的应用	168
思考题	168
参考文献	168
第六章 生物群体的相互作用	170
第一节 微生物群体之间的相互作用	170
一、一种微生物群体中的相互作用	170
二、不同微生物群体之间的相互作用	172

第二节 环境中细菌之间遗传物质的相互交换	178
一、转化	179
二、转导	180
三、接合	180
第三节 微生物与植物之间的相互关系	187
一、微生物与植物根之间的相互作用	187
二、植物内生微生物	190
三、微生物与植物其他部分之间的相互作用	191
四、病原微生物与植物之间的关系	192
第四节 微生物与动物之间的相互关系	193
一、微生物作为某些水生动物的食物	193
二、微生物对于动物消化食物和获取营养所起的作用	194
三、动物与光合微生物之间的共生关系	196
四、动物与发光细菌之间的相互关系	197
五、微生物与节肢动物之间的共生关系	197
六、病原微生物与动物之间的相互关系	197
第五节 微生物与人体的相互作用	198
一、皮肤表面的微生物与人体的关系	198
二、口腔中的微生物与人体的关系	199
三、胃肠道中的微生物与人体的关系	200
思考题	200
参考文献	200
第七章 微生物在生物地球化学循环中的作用	202
第一节 基本概念	202
一、能量流	202
二、营养水平	202
三、生物地球化学循环	203
第二节 碳循环	204
一、通过食物网进行碳的转移	204
二、微生物在碳循环中所起的特殊作用	206
三、环境因素和人类活动对碳循环的影响	207
第三节 氢循环	207
第四节 氧循环	208
第五节 氮循环	209
一、 N_2 的固定	209
二、氨化作用	211
三、硝化作用	212
四、硝酸还原和反硝化作用	213
五、环境因素和人类活动对氮循环的影响	214
第六节 硫循环	214

一、硫和硫化物的氧化·····	215
二、还原性硫的转化·····	216
三、硫循环的实际意义·····	218
第七节 磷的循环·····	218
第八节 其他元素的循环·····	219
一、铁循环·····	219
二、Mn 循环·····	220
三、Ca 循环·····	220
四、硅循环·····	221
五、各种元素循环之间的相互关系·····	221
六、某些重金属元素的循环·····	222
思考题·····	222
参考文献·····	222
第八章 微生物与化学污染物之间的相互关系 ·····	223
第一节 自然界化学污染物的种类、来源及其危害·····	223
一、自然界中化学性污染物的来源和种类·····	223
二、几种主要污染物的危害·····	225
第二节 化学性污染物对微生物的毒性·····	226
一、重金属污染物对微生物的毒性效应·····	226
二、有机污染物对微生物的毒性·····	228
第三节 微生物对重金属的抗性·····	231
一、微生物抗重金属的机制·····	231
二、金属抗性的遗传基础·····	236
三、抗重金属菌株的应用·····	238
第四节 微生物适应难降解污染物的分子机制·····	238
一、遗传适应机制·····	239
二、研究自然环境中遗传适应的分子生物学方法·····	243
第五节 微生物对汞化合物的解毒机理·····	245
一、自然界中的抗汞微生物·····	245
二、微生物对无机汞化合物和有机汞化合物的抗性范围·····	246
三、微生物对 Hg 和有机汞化合物解毒作用的机理·····	246
第六节 微生物对其他重金属的解毒作用·····	251
一、Cr ⁶⁺ 的微生物解毒作用·····	251
二、V ⁵⁺ 的还原·····	253
三、Pd ²⁺ 的还原·····	253
四、Au ³⁺ 和 Ag ⁺ 的还原·····	253
五、As ⁵⁺ 的还原·····	254
六、Se ⁶⁺ 和 Se ⁴⁺ 的还原·····	255
第七节 放射性元素的微生物还原·····	256
一、放射性物质生物转化的机制·····	256

二、 U^{6+} 的还原	260
三、 P^{5+} 和 Pu^{4+} 的还原	260
四、 Tc^{7+} 的还原	260
第八节 苯环类污染物的降解	261
一、苯环类污染物降解的共同途径	261
二、与降解苯环类污染物有关的微生物	263
第九节 多环芳烃的微生物降解	264
一、萘的微生物降解	264
二、菲和蒽的微生物降解	264
三、苯并[a]芘的微生物降解	265
第十节 三硝基甲苯的微生物降解	266
一、由细菌引起的 TNT 有氧降解	266
二、细菌对 TNT 的无氧降解	268
三、真菌的 TNT 代谢	271
第十一节 石油中碳氢化合物的微生物降解	272
一、各类碳氢化合物的降解	272
二、石油混合物中碳氢化合物的降解	274
三、能利用碳氢化合物的微生物	274
四、石油碳氢化合物分解菌的分布	275
五、环境因素对石油碳氢化合物降解的影响	276
第十二节 有机氯农药的微生物降解	277
一、降解有机氯农药的主要反应	277
二、几种代表性有机氯农药的微生物降解	278
第十三节 有机磷农药的微生物降解	282
一、降解有机磷农药的主要反应	282
二、几种代表性有机磷农药的微生物降解	283
第十四节 合成洗涤剂的微生物降解	284
一、烷基苯磺酸盐的微生物降解	285
二、烷基磺酸盐的微生物降解	286
第十五节 偶氮染料的微生物降解	287
一、环境中能使偶氮染料脱色的微生物	287
二、偶氮染料的降解途径	287
第十六节 尼龙寡聚体的微生物降解	288
一、降解尼龙寡聚物的酶	288
二、编码尼龙寡聚体降解酶的质粒	289
三、尼龙寡聚体降解酶工程	290
四、在假单胞菌中尼龙寡聚体的生物降解	290
五、尼龙寡聚体降解代谢工程	290
第十七节 石油和煤中的生物脱硫作用	291
一、特异性生物脱硫途径	291

二、硫底物特异性	293
三、石油原油的脱硫作用	294
四、生物脱硫的分子遗传学	294
五、通过基因工程方法改良脱硫酶	294
第十八节 氰(腈)化合物的微生物降解	295
一、游离的氰(腈)化合物生物降解	295
二、金属腈复合物的生物降解	297
三、腈化合物生物降解的技术	297
第十九节 PCB 的微生物降解	298
第二十节 二噁英的微生物降解	298
一、来源	299
二、二噁英的微生物降解	299
第二十一节 苯环污染物的厌氧降解	306
一、厌氧微生物	306
二、中心活性苯环中间产物的形成	307
三、苯环的还原和水化作用	308
四、厌氧和好氧代谢途径的比较	308
第二十二节 参与环境污染物降解的可转移遗传元件	308
一、质粒与质粒的基本特性	311
二、降解质粒的种类及其功能	311
三、参与污染物分解的转座子和其他 MGE	316
四、污染环境中心细菌质粒分布的规律	317
思考题	317
参考文献	318
第九章 污染物的微生物处理	319
第一节 基本概念	319
一、BOD	319
二、甲烯蓝稳定性试验	320
三、COD	321
四、TOD	321
五、NOD	321
六、SS	321
第二节 废气的微生物处理	321
一、生物涤气器	322
二、滴滤池	323
三、生物滤池	323
四、与废气处理有关的微生物	324
五、含 H ₂ S 气体的微生物处理	325
第三节 废水的微生物处理	326
一、活性污泥法	327

二、生物膜法	332
第四节 重金属污染物的微生物处理	346
一、生物吸附	346
二、利用固定化细胞吸附重金属	349
三、重金属沉淀法	350
四、利用微生物的转化作用去除重金属	351
五、原位生物修复方法	352
六、用于处理重金属污染物的常用工艺	353
第五节 固体废物的微生物处理	353
第六节 煤脱硫的微生物方法	354
一、煤中的含硫化合物	354
二、煤脱硫过程中所用的微生物	355
三、微生物法煤脱硫的机理	356
四、影响煤脱硫的环境条件	357
五、煤脱硫的方法	357
六、将来的方向	358
思考题	358
参考文献	359
第十章 微生物及其代谢产物对环境的污染	360
第一节 病原微生物对环境的污染	360
一、病原微生物对空气的污染	360
二、病原微生物对水体的污染	360
三、病原微生物对土壤的污染	361
第二节 富营养化作用及其控制方法	361
一、引起富营养化的原因	362
二、引起富营养化的藻类	362
三、富营养化作用的危害	362
四、富营养化作用的人工控制	363
第三节 重金属的甲基化作用对环境的污染	364
一、汞的甲基化作用	364
二、其他重金属的甲基化作用	366
第四节 含氮化合物的微生物代谢对环境的污染	367
一、 NH_3	367
二、 NO_3^-	368
三、 NO_2^-	368
四、羟胺	368
五、亚硝酸胺	368
第五节 含硫化合物的微生物代谢对环境的污染	369
一、 H_2S	369
二、 SO_2 和氧硫化碳	369

三、有机硫化物	370
四、酸矿水	370
第六节 微生物产生的毒素对环境的污染	371
一、细菌毒素	371
二、藻类毒素	373
三、真菌毒素	374
四、微生物产生毒素对生态的效应	375
五、微生物毒素的用途	376
思考题	376
参考文献	376
第十一章 微生物产生的生态友好物质	377
第一节 生物塑料	377
一、生物塑料的基本特性	377
二、可产生 PHA 的微生物	379
三、PHA 的实际应用	380
第二节 生物表面活性剂	381
一、能产生生物表面活性剂的微生物、化学性质和表面性质	381
二、生物表面活性剂的应用	384
第三节 生物农药	385
一、苏云金芽孢杆菌在防治害虫方面的应用	386
二、生产毒素蛋白的新技术	387
三、生物防治	389
第四节 生物燃料	390
一、氢气	390
二、甲烷/沼气	393
三、乙醇	394
四、生物柴油	397
五、正丁醇/丙酮	401
六、其他	402
思考题	402
参考文献	402
第十二章 微生物的生态模型	404
第一节 实验模型	404
一、分批培养系统	404
二、流过培养系统	405
三、微世界	407
第二节 数学模型	408
一、群体生长方程式	408
二、竞争方程式	410
三、共生方程式	411

四、捕食方程式	411
五、生物群落的数学模型	412
六、组建数学模型常用的方法	414
思考题	414
参考文献	414

第一章 绪 论

第一节 微生物生态学的研究范围和目的

一、什么是生态学

生态学 (ecology) 这个名词最早由德国生物学家 Ernest Haeckel 于 1869 年首先提出,他当时认为生态学是动物与有机和无机环境的全部关系。从现代科学观点来看,较为全面的生态学定义应是研究生物与其周围生物和非生物环境之间相互关系的一门科学。非生物环境 (abiotic environment) 包括非生命物质,如土壤、岩石、水、空气、温度、湿度、光和 pH 等。生物环境 (biotic environment) 包括微生物、动物和植物,这些生物之间存在有生物种内和种间关系。近年来,人们也把生态学称为环境生物学 (environmental biology)。

分子生态学是分子生物学理论和技术向生态学领域不断渗透,逐步发展起来的一个新的交叉研究领域,主要探讨用分子生物学技术解决有关自然和人为的种群与其所处环境之间的相互关系。

近年来,与生态学有密切关系的生物多样性受到了人们的关注。那么,什么是生物多样性呢?生物多样性是指生物的复杂性和变异性总和,它包括数以百万、千万计的植物、动物、微生物和它们所拥有的无限的基因、它们的生存环境以及各种复杂的生态系统。马克平等根据《生物多样性公约》认为:“生物多样性是生物及其环境形成的生态复合体以及与此相关的各种生态过程的总和”,它包括遗传(基因)多样性、物种多样性和生态系统多样性。

二、什么是微生物生态学

微生物生态学 (microbial ecology) 是指研究微生物与其周围生物和非生物环境之间相互关系的一门科学。人们仅在 20 世纪 60 年代初期才开始使用微生物生态学这个名词,所以它是一门比较年轻的科学。

微生物生态学所研究的内容包括:①微生物生态学研究使用的传统方法和现代分子生物学方法。②在正常自然环境中的微生物种类、分布及其随着不同的环境条件变化而发生的变化规律。③在极端自然环境中的微生物种类和它们所起的作用,在极端环境中微生物的生命机理。④在自然界中微生物与微生物之间的相互关系,微生物与动植物之间的相互关系,这些相互关系对自然界的影响和环境因素对这些相互关系的影响。⑤在正常自然环境中,微生物代谢活动对自然界的影响,环境条件的变化对这些代谢活动的影响。⑥污染环境中的微生物学。目前环境污染日趋严重,对人类健康、工农业生产和生态平衡构成了重大的威胁,而微生物在净化污染环境方面起着非常重要的作用,在这种情况下,微生物生态学应重点研究污染环境中的微生物学,主要包括污染物对某些微生物的毒性,微生物对污染物的抗性和抗性机理,微生物对污染物的降解作用,环境条件的变化对污染物降解的影响,自然微生物群落和实验室构建的特殊污染物降解菌在净化废气、废水、固体废弃物和其他污染物的应用,自然环境中某些微生物本身以及某些微生物的代谢产物对环境的污染。⑦最近几十年来大量使用塑料、农药、合成表面活性剂、石油和煤炭,给环境造成了严重的污染,加上能源危机,使得如何利用微生物产生的环境友好物质取代这些物质成为最

近几年全世界研究的热点之一,所以本书专门设计一章介绍微生物产生的环境友好物质。⑧由于微生物生态学是研究自然环境中的微生物学,各种生物因素和非生物因素的相互作用十分复杂,所以必须用一些实验模型和数学模型,并借助计算机来研究和描述这些相互作用,这一部分也是微生物生态学的重点内容。

微生物生态学的研究领域包括:自我生态学(autoecology);遗传相关的群体生态学(ecology of genetically related population);特殊生态系统的生态学(ecology of specific ecosystem),如湖泊或瘤胃中的微生物生态学,Robert Hungate 在研究反刍动物瘤胃中微生物后发现微生物群体之间存在非常复杂的相互关系;生物地质化学生态学(biogeochemical ecology),包括研究生物地质化学循环;有关小生物和大生物之间关系的生态学(ecology of relationship)和应用微生物学(applied microbial ecology)。分子微生物生态学是利用分子生物学技术手段研究自然界微生物与生物环境及非生物环境之间相互关系及其相互作用规律的科学,主要研究微生物区系组成、结构、功能、适应性进化及其分子机制等微生物生态学基础理论问题。分子微生物生态学在传统微生物生态学的基础上,其研究领域有了部分扩展和深入,包括利用分子生物学技术和研究策略揭示自然界各种环境中(尤其是极端环境)微生物遗传多样性的真实水平及其物种组成;遗传改良和分子修饰过的微生物工程菌及其标记的生物分子在环境转移和生态安全问题;自然环境中不同种群间基因水平转移规律及其在微生物进化和分子适应方面的研究;宏基因组学(metagenome)研究;微生物与植物共生现象等。

生态学也可以称为环境生物学,那么微生物生态学也可以称为环境微生物学(environmental microbiology),但是在内容的重点和所包括的范围方面它们是有区别的。微生物生态学包括研究非污染环境和污染环境中的微生物学;而环境微生物学讨论的重点是污染环境中的微生物学,主要包括污染物对微生物活动的影响,微生物活动对污染物降解,转化和环境质量变化的影响。

20世纪70年代又兴起一门称为微生态学(microecology)的学科,微生态学是研究细胞水平的生态学。这就说明微生物生态学是宏观生态学;而微生态学是生态学的微观层次。微生物生态学的研究对象是微生物与外环境的相互关系;而微生态学的研究对象则是有生命的宿主。微生物生态学侧重于微生物;而微生态学侧重点于植物、动物和人类宿主,是研究正常微生物菌群与宿主相互关系的生命学科。

最近几年来,微生物多样性引起了许多科学家的高度重视,那么什么是微生物生物多样性(microbial biodiversity)?根据 Erwin 的看法,微生物生物多样性是研究微生物生物种的数目或者微生物生物种的丰富性(richness),同时微生物生物多样性还涉及微生物每个成员在自然界中通过代谢生命活动而表现出每种生物代谢活力的丰富性和它们基因组中表现型和非表现型的表达多样性。微生物多样性包括微生物生态多样性、微生物物种的多样性和遗传多样性。所以微生物多样性与微生物生态学也有密切的关系,但是微生物多样性强调自然环境中微生物种、遗传物质和基因的数目和丰富性,而微生物生态学强调自然环境中微生物与非生物和生物的相互关系。

微生物生态学与国家生物和矿产资源、农业、医学、发酵工业、环境保护、国防建设、数学、化学和社会科学等都有密切的关系。研究微生物生态学的目的在于开发和利用自然界中的微生物、微生物代谢产物和基因资源,并保护好微生物和它们的基因资源,了解自然环境中的微生物群体群落、生长和代谢对环境变化的影响,了解环境条件的变化对自然界微生物群落生长和代谢的影响,了解微生物在自然界中所起的作用,并利用有关微生物为人类服务,为提高生产效率、保护人类健康和保护生态平衡,发挥微生物的最佳作用。