



全国高等农业院校教材

全国高等农业院校教材指导委员会审定



土壤和环境 微生物学

● 陈文新 主编

● 微生物专业用



北京农业大学出版社

全国高等农业院校教材指导委员会审定

全国高等农业院校教材

土壤和环境微生物学

陈文新 主编

微生物专业用

北京农业大学出版社

责任编辑：朱长玉

全国高等农业院校统编教材

土壤和环境微生物学

陈文新 主编 胡正嘉 副主编

北京农业大学出版社出版发行

(北京市海淀区圆明园西路二号)

北京农业大学印刷厂印刷

新华书店经销

787×1092毫米 16开本 19印张 450千字

1990年9月第1版 1990年9月第1次印刷

印数：1—3000

ISBN 7-81002-164-8/S·165

定 价： 3.80 元

序

微生物对地球物质转化的巨大作用是从研究植物土壤营养这个农业生产的基础因素开始并迅速发展成为“土壤微生物学”这一专门学科的，土壤微生物学的中心问题是研究土壤微生物的生命活动及其对土壤肥力和土地生产力（耕地、草地和林地）影响的科学技术；十分明确地表明它是农业科学的一门分枝学科。土壤微生物学是农科或土地生产学科学生必需学习的课程内容（作为一门独立课程或融合在其它课程之中）。

瓦克斯曼在他的晚期著作（S.A. Waksman, Soil microbiology, 1952）中将土壤微生物学的发展史划分为：①萌芽时期，1860年以前；②奠基时期，1861—1890年；③黄金时期，1891—1910年；和④土壤微生物学成为一门独立科学的时期，1911—1940年；第二次世界大战以后，科学界发生了一种观念上的飞跃，即系统工程的观念，将一个小系统置于包括它的大系统之中，既致力于对小系统的专门研究，又重视小系统与大系统中多侧面的相互关系。在这种观念的指导下人们发现，一向被认为是土壤微生物的一些枝节性的研究领域在人和地球这个大系统中却是重点的，急待深入的研究领域。在这些领域中，许多土壤微生物学家以他们既有的优势，迅速做出了贡献，例如，湖泊的富营养化问题，水污染的净化问题，水底淤泥的物质转化问题，沼气发酵问题，等等。

这样，顺理成章，三位多年从事土壤微生物教学和科研学者适应科学发展的趋势，合写了这本《土壤和环境微生物学》，奉献给读者。

陈 华 癸

1989年5月

前 言

随着人类对农业生产发展和环境保护的需要,近10多年来土壤微生物学得到了新的发展,环境微生物学作为一门新学科创建了起来,我国农业高等院校微生物学专业将土壤和环境微生物学定为专业必修课,我们特编写此书作为该课教材。全书共分四编:第一编,自然界微生物和它们生活的环境,包括1—4章;第二编,微生物与物质循环,包括5—14章;第三编,微生物与高等植物,包括15—17章;第四编,微生物与环境净化,包括18—19章,并附极端环境微生物——第20章。其中,绪论由北京农业大学陈文新和华中农业大学李阜棣教授编写;第1、2、3、15、16、18和19章由华中农业大学胡正嘉教授编写;第4、5、6、7、8、9、10、11、12、14、17和20章由陈文新教授编写;第13章由李阜棣教授编写。

人类赖以生存的环境主要有土壤、水域和大气,而微生物最活跃的领域是土壤和水域。所以我们着重介绍的是土壤和水体微生物,拟从全球生态系统的高度,从促进农业生产发展的角度,以物质循环为主线介绍微生物的种类、数量分布、生理生化过程、作用功能和生态环境;另一方面重点介绍了有关的微生物综合利用,如废弃纤维素利用、利用废物生产单细胞蛋白、沼气发酵,特别着重微生物处理污水、降解残留农药、微生物对污物的转化等环境净化问题。

该书编写的内容较全面,资料较新且丰富,除作该课程教科书外,还可作高等院校的微生物学、微生物生态学,环境微生物学和农林等院校的微生物学课程的参考书,也可供有关微生物学科研工作者参考。

该书经华中农业大学陈华癸教授、北京农业大学李季伦教授审阅并提出宝贵意见,还得到许多同志提供科研材料、部分真菌拉丁文学名承郑儒永研究员帮助译出在此一并致谢。由于编者水平所限,内容难免有不妥或错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

1989年5月

目 录

绪论

第一节 土壤和环境微生物学的意义、研究内容和任务	(1)
一、生物圈——人类生存的环境	(1)
二、生态系统的基本结构	(1)
三、人与生态平衡	(3)
四、土壤和环境微生物学的内容和任务	(4)
第二节 土壤和环境微生物学发展历史和研究现状	(4)
一、土壤微生物学诞生的背景	(4)
二、土壤微生物学的创立和发展	(5)
三、环境微生物学的诞生和土壤微生物生态学研究的新阶段	(7)
四、我国土壤和环境微生物学研究概况	(7)

第一编 自然界微生物和它们生活的环境

第一章 土壤-微生物生活的良好环境	(9)
第一节 土壤的质地与水气状况	(9)
一、土壤质地	(9)
二、土壤结构性	(11)
三、土壤水	(11)
四、土壤溶液	(13)
五、土壤空气	(13)
第二节 土壤的化学性质	(14)
一、土壤的粘粒矿物	(14)
二、土壤胶体和阳离子交换	(15)
三、腐殖质	(16)
第三节 土壤中的微环境	(17)
第二章 土壤中的微生物	(18)
第一节 土壤微生物的数量和分布	(18)
一、不同类型土壤中微生物的数量和分布	(18)
二、微生物在土壤中的垂直分布	(20)
三、土壤中微生物分布的不均匀性	(21)
第二节 土壤微生物的营养型	(21)
一、化能有机营养型	(22)
二、化能无机营养型	(22)
三、光能有机营养型	(22)
四、光能无机营养型	(22)
第三节 土壤细菌	(23)
一、土壤细菌的特点	(23)

二、土壤细菌的常见属	(23)
三、粘细菌	(27)
四、蓝细菌	(28)
第四节 土壤放线菌	(30)
一、分布和数量	(30)
二、分类和优势属	(30)
第五节 土壤真菌	(32)
一、分类和常见种类	(32)
二、生态因子的影响	(34)
第六节 土壤藻类	(35)
一、土壤中藻类的分布和作用	(35)
二、土壤中的绿藻	(36)
三、土壤中的硅藻	(37)
第七节 土壤中的原生动物	(38)
一、分类和土壤中的主要种类	(38)
二、生态因子的影响	(39)
三、原生动物在土壤中的作用	(40)
第八节 测定土壤微生物数量和生物量的方法	(41)
一、微生物数量的测定	(41)
二、微生物生物量的测定	(43)
第三章 水体环境和水体中的微生物	(44)
第一节 水体环境	(44)
一、地下水	(44)
二、地表水	(44)
第二节 水体中的细菌及其分布	(48)
一、地下水和泉水中的细菌	(49)
二、江河中的细菌	(50)
三、湖泊中的细菌	(51)
四、海洋中的细菌	(52)
第三节 水体中的蓝细菌	(54)
一、内陆水体中的蓝细菌	(54)
二、海洋中的蓝细菌	(56)
第四节 水体中的真菌	(57)
一、内陆水体中的真菌	(57)
二、海洋真菌	(58)
第五节 水体的富营养化	(59)
一、富营养化水体中主要生物种类	(59)
二、富营养化的危害	(60)
三、富营养化的控制	(60)
第四章 微生物间的相互作用	(61)
第一节 微生物群体内的相互作用	(61)
第二节 微生物群体间的相互作用	(62)

一、偏利共栖现象	(62)
二、互利共栖现象	(62)
三、共生现象	(63)
四、竞争现象	(65)
五、偏害或拮抗现象	(66)
六、寄生现象	(67)
七、捕食现象	(68)

第二编 微生物与物质循环

第五章 碳素循环与有机质转化	(70)
第一节 碳素循环	(70)
第二节 土壤有机质分解	(71)
一、有机残体在土壤中分解速度及产物	(71)
二、有机残体分解过程中微生物类型交替	(73)
三、有机质分解过程中物质转化与C/N关系	(73)
四、关于秸秆直接还田	(74)
第三节 水体沉积物中有机质的降解	(75)
一、水体沉积物中有机碎屑的输入	(57)
二、无氧沉积物中有机质的氧化	(76)
三、无氧沉积物中有机质矿化过程	(77)
第四节 土壤中生物量的积累和转化	(78)
一、生物量 (Biomass) 在土壤中的积累	(78)
二、耕作管理对土壤生物量的影响	(78)
三、土壤生物量中的营养含量	(80)
第五节 腐殖质的形成和分解	(80)
一、腐殖质在自然界的分布及其功能	(80)
二、腐殖质的微生物合成	(82)
三、腐殖质的性状	(83)
四、腐殖质的年龄及其分解	(84)
附第六节 土壤酶	(86)
一、土壤中酶的来源和种类	(86)
二、酶在土壤中存在状态及其特性	(88)
三、环境条件对土壤酶活的影响	(88)
四、土壤酶检测注意事项	(90)
第六章 多糖物质的微生物分解	(91)
第一节 纤维素微生物分解	(91)
一、分解纤维素的微生物	(91)
二、纤维素水解酶	(93)
三、利用纤维素酶开发利用纤维素废弃物	(94)
第二节 半纤维素分解	(95)
一、半纤维素化学组成	(95)
二、分解半纤维素的微生物	(95)

三、半纤维素酶	(96)
第三节 果胶物质分解	(97)
一、分解果胶的微生物	(97)
二、果胶酶	(98)
第七章 木质素及其它芳香族化合物的分解	(99)
第一节 木质素的分解	(99)
一、木质素的结构及分解它的微生物	(99)
二、分解木质素微生物的生理特征	(100)
三、木质素降解的生化过程	(101)
第二节 其它芳香族化合物的降解	(102)
第八章 脂肪族碳氢化合物及 C_1 化合物氧化	(104)
第一节 脂肪族碳氢化合物的氧化	(104)
一、环境中脂肪族碳氢化合物的来源	(104)
二、碳氢化合物的微生物代谢	(104)
第二节 C_1 化合物的微生物氧化	(105)
一、自然界中的 C_1 化合物	(105)
二、氧化 C_1 化合物的微生物	(105)
三、甲基营养菌的生理生化特性	(109)
四、利用甲基营养菌生产单细胞蛋白	(110)
第三节 大气中CO的微生物调控	(111)
一、大气中CO含量及来源	(111)
二、氧化CO的微生物	(111)
第九章 甲烷生成和沼气发酵	(113)
第一节 甲烷和甲烷细菌	(113)
一、甲烷的生成环境和产量	(113)
二、甲烷生成过程的微生物作用	(113)
三、甲烷细菌的特征和分类	(114)
四、甲烷细菌生长条件及其细胞合成途径	(115)
五、甲烷形成的生化过程	(116)
第二节 沼气发酵事业	(118)
一、沼气发酵的实际意义	(118)
二、沼气发酵的条件	(118)
第十章 氮素循环和有机氮矿化	(120)
第一节 氮素循环	(120)
一、氮在地球上的分布与转化	(120)
二、土壤中氮的得失	(123)
第二节 有机氮矿化	(125)
一、土壤中的有机氮的组分	(125)
二、有机氮化物的分解	(126)
第十一章 硝化作用	(133)
第一节 硝化作用的底物和产物	(133)
第二节 硝化作用的微生物学	(134)

一、化能自养硝化细菌	(134)
二、化能异养硝化菌	(137)
三、甲烷氧化菌的硝化作用	(138)
第三节 影响硝化作用的环境因素	(139)
第四节 硝化作用造成的环境污染	(141)
一、硝酸盐过多对人畜危害	(141)
二、 N_2O 破坏 O_3 层的可能性	(141)
三、富营养现象的危害	(142)
第十二章 硝酸盐还原和反硝化作用	(143)
第一节 反硝化过程及作用菌	(143)
一、反硝化作用的一般条件	(143)
二、反硝化作用的产物	(144)
三、参与反硝化作用的微生物	(145)
四、硝酸盐还原酶和电子传递	(146)
第二节 土壤中影响反硝化作用的因素	(147)
第三节 海水和淡水中的反硝化作用	(149)
第四节 硝化抑制剂的施用效果	(150)
第十三章 生物固氮	(152)
第一节 固氮微生物	(152)
一、化能有机营养固氮细菌	(152)
二、化能无机营养固氮细菌	(155)
三、光合固氮细菌	(156)
四、固氮体系	(157)
第二节 自生固氮作用	(158)
一、固氮酶和氮气的还原	(158)
二、固氮作用的调节	(161)
三、土壤中的自生固氮作用及影响因素	(162)
第三节 根瘤菌和高等植物共生固氮体系	(164)
一、根瘤菌和结瘤豆科植物	(165)
二、根瘤及其功能	(167)
三、豆科植物根瘤菌的农业利用和影响共生固氮作用的环境因素	(171)
四、根瘤菌和榆科植物的共生	(174)
第四节 弗兰克氏菌和高等植物共生固氮体系	(175)
一、和弗兰克氏菌共生的植物	(176)
二、弗兰克氏菌	(176)
三、放线菌根瘤的形成与结构	(177)
第五节 蓝细菌和其它生物共生固氮体系	(179)
一、蓝细菌同真菌和苔藓植物的共生	(179)
二、蓝细菌同水生蕨类植物的共生	(179)
三、蓝细菌和高等植物的共生	(180)
第十四章 硫磷及微量矿质营养元素循环	(181)
第一节 硫素循环	(181)

一、全球硫贮量及循环途径	(181)
二、土壤硫的来源和得失	(182)
三、有机硫化物的矿化	(183)
四、氧化硫的微生物	(184)
五、硫氧化物的还原及其作用菌	(188)
第二节 磷素循环	(189)
一、全球性的磷贮量及运转	(190)
二、土壤中磷的来源和循环转化	(190)
三、微生物对有机磷的矿化和固结	(191)
四、微生物在溶磷中的作用	(193)
第三节 铁锰等矿质营养元素循环	(194)
一、植物对微量元素的需求与供应	(195)
二、微生物在微量元素循环中的作用	(196)
三、钾在土壤中的转化	(199)
四、钙的转化	(199)
五、硅的转化	(199)

第三编 微生物与高等植物

第十五章 根际微生物	(201)
第一节 根际是微生物的特殊生态环境	(201)
一、根际分泌物和脱落物是微生物主要营养来源	(201)
二、根际的水气条件及其与微生物的关系	(202)
第二节 根际微生物	(202)
一、根际微生物的数量	(202)
二、根际细菌和真菌的生物量	(204)
三、根际微生物的类群	(205)
四、微生物在根面的分布	(206)
五、根际微生物的特异性	(207)
第三节 根际微生物对植物的影响	(207)
一、根际微生物对植物生长的有益影响	(207)
二、根际微生物对植物的不利影响	(209)
第十六章 菌根	(210)
第一节 外生菌根	(210)
一、形成外生菌根的植物和真菌	(211)
二、外生菌根的构造	(211)
三、外生菌根的生长生理	(214)
四、菌根菌孢子的萌发	(216)
五、外生菌根形成的条件	(217)
第二节 VA菌根	(217)
一、一般结构	(218)
二、内生菌根真菌	(220)
三、内生菌根的形成过程	(222)

四、影响VA菌根形成的因素	(223)
第三节 菌根菌的应用	(224)
第十七章 植物地上部表面微生物	(227)
第一节 植物地上部的环境条件	(227)
第二节 叶面微生物	(228)
一、叶芽微生物	(228)
二、阔叶叶面微生物	(228)
三、针叶叶面微生物	(229)
四、热带雨林叶面微生物	(229)
五、叶面冰核细菌	(230)
六、叶面固氮微生物	(230)
第三节 茎秆微生物	(232)
第四节 花果种子上的微生物	(233)
一、花	(233)
二、浆果	(233)
三、禾谷类种子	(233)

第四编 微生物与环境净化

第十八章 农药及有毒元素污染与微生物作用	(234)
第一节 农药在土壤中的持留性	(234)
第二节 农药对土壤微生物的影响	(236)
第三节 微生物对农药的转化	(238)
一、微生物在农药转化中的作用	(238)
二、微生物转化农药的生化反应	(239)
三、微生物转化农药的方式	(240)
第四节 几种农药的微生物转化	(240)
一、DDT	(240)
二、林丹	(241)
三、对硫磷	(242)
四、2,4-D	(242)
第五节 微生物的降解质粒及其应用	(243)
第六节 有毒元素的污染与微生物的关系	(244)
一、汞污染和微生物转化	(244)
二、砷污染和微生物转化	(246)
三、镉污染和对微生物的影响	(247)
四、硒污染与微生物转化	(247)
第十九章 污水的生物处理和污水灌溉	(249)
第一节 污水的来源和性质	(249)
一、生活污水	(249)
二、工业废水	(249)
第二节 测定水污染的指标	(249)
一、BOD	(249)

二、COD	(250)
第三节 污水的生物处理	(250)
一、污水生物处理的作用机理	(250)
二、污水生物处理的类型	(250)
第四节 活性污泥的微生物区系	(253)
一、活性污泥中的菌胶团细菌	(253)
二、活性污泥中的丝状细菌	(254)
三、活性污泥中的原生动物	(255)
四、活性污泥中的真菌和藻类	(256)
第五节 活性污泥的膨胀和评价指标	(256)
一、活性污泥膨胀	(256)
二、评价活性污泥的指标	(257)
第六节 污水灌溉	(257)
一、污水灌溉的意义和问题	(257)
二、区别水质合理灌溉	(258)
三、污水灌溉前处理方法的选择	(259)
附 第二十章 极端环境微生物	(260)
第一节 嗜热和嗜酸微生物	(260)
一、嗜热微生物概述	(260)
二、嗜热微生物主要类群	(261)
三、嗜热菌和热稳定酶的主要优点及其应用	(262)
四、嗜酸热菌和嗜酸菌	(262)
第二节 嗜冷微生物	(262)
一、嗜冷菌的种类	(263)
二、嗜冷菌对人们生活的影响	(263)
第三节 嗜盐嗜碱微生物	(263)
一、盐、碱环境的生成	(263)
二、嗜盐微生物的种类	(264)
三、嗜盐菌生理及它们蛋白质稳定性	(265)
四、嗜碱微生物的种类	(265)
五、嗜盐嗜碱菌的应用前景	(265)
第四节 嗜压微生物及低营养菌	(265)
一、高压及低营养环境	(265)
二、嗜压细菌	(266)
三、适应低营养的菌	(266)
微生物学名汉拉对照	(267)
参考书目	(287)

結 論

第一节 土壤和环境微生物学的意义、研究内容和任务

一、生物圈——人类生存的环境

科学家将地球表面划分为大气圈、水圈、岩石圈和生物圈。生物圈 (Biosphere) 是指生物生存的那部分,是覆盖地球表面一个不连续的薄层。以生物圈为核心,把大气圈、水圈、岩石圈有机地联系在一起。

生物圈覆盖地球表面,向上可达海拔10 000m的山地,向地壳纵深至植物最深的根层,向下可至深海的弱光区以下。从实践意义看,生物圈不存在于极地和极端环境,如最干旱的巨大沙漠区,永久冰雪的高山区,有毒废水高度污染的陆地和水域,以及整个最深海域。如果我们把地球直径想像为一幢大楼,生物圈的厚度不过是屋顶的一块木板,而活跃的生物生产区只不过是木板上的一层涂料。这说明生物圈范围非常有限!而它们的覆盖厚度又是那样的不均匀:如果我们将每年每平方米土壤或水域中生物生产力以热量来计算,那么生态系的高生产力领域是极为有限的(表 I—1)。

表 I—1 某些生态系的年生产力

($10^3\text{kcal/m}^2\cdot\text{年}$)

生 产 力	<0.5	0.5—3.0	3—10	10—25	>1.0
生 态 系	沙 漠	草原,深湖 高山森林 某些农田 大陆架水域	潮湿森林 浅 湖 潮湿草原 大部分农田	海湾,温泉 冲积平原 补给能源的农田	深海

自Purdum and Anderson (1983) 修改

生物圈是人类赖以生存的系统。它给我们制造呼吸所需的 O_2 ;生产我们生活必须的营养食物;它为我们处理环境中的废物;使人类生活成为可能。正如Christensen(1984)所云:它是我们宇宙空间中的大绿洲 (grand oasis in space)。

生物圈也是地球上环境条件的最大调节者和缓冲剂,它为地球表面调节着温度、风向、降雨、 O_2 和 CO_2 的平衡以及大气化学的各个方面,并且很多生物群落有能力对某些污染物脱毒,使环境净化。人类与生物圈休戚与共!人类应特别珍视这块绿洲。

二、生态系统的基本结构

生物圈是全球生态系统的总和,生态系统 (Ecosystem) 是指生物群落 (Community) 与其周围环境相互作用的自然系统。例如森林、草原、湖泊、河流、海洋、农田。生态系统的结构,或称生态系统的三要素是:(1) 外源能;(2) 生物间的特殊关系;(3) 营养物质循环。

(一) 通过能量流构成生物间的特殊关系 在自然生态系统中的外源能是太阳能,所

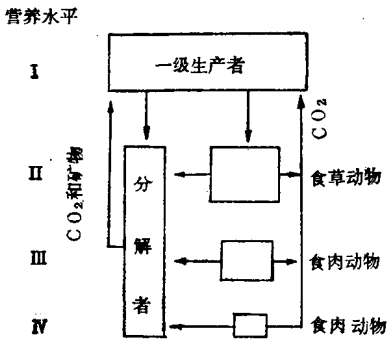


图 I-1 食物网示意图

食物链彼此相互交错连结的复杂营养关系称食物网 (food web)。食物链中的各个环节为不同的营养水平 (图 I-1)，能量和物质由低级营养水平流向高级营养水平。每流动一级，能量均因呼吸需要而损失一部分，还要废弃一部分不能利用的能 (图 I-2)。据估计一个营养水平至另一营养水平，80—90% 的能量因呼吸或降解作用而消耗掉，仅10—20% 留存于高级营养水平的有机体中。所以人们从愈低级的营养水平得到食物，可利用的能量则愈大，如果人类只吃绿色植物，世界则可养活更多人口。

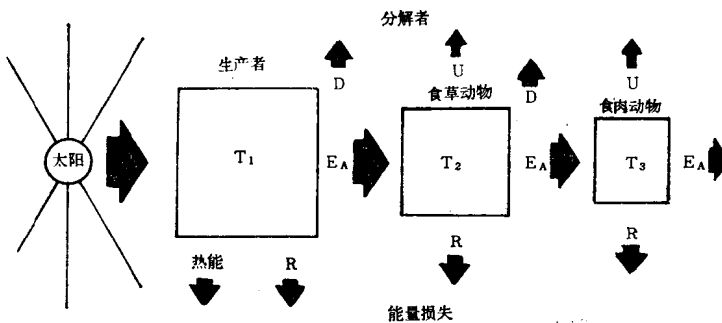


图 I-2 每级营养水平上能量得失 (自Purdon等1983)

R—呼吸作用消耗的能；

E_A —有效能量移至下一级；

D—分解者移走的能；

U—未利用的能。

植物和动物的排泄物和尸体是一些废弃物，这些废弃物由腐生微生物 (分解者, decomposer) 进行分解，这些异养微生物不仅清扫了人类生活的环境，使人类有地可容，更重要的是分解生物合成的有机质，释放出营养元素，使营养元素得以循环。

(二) 营养元素循环 碳、氢、氧、氮、硫、磷、钾、铁等许多元素构成生物体的必

要营养,生物只有不断从环境中摄取这些营养元素才能生长、发育和繁衍后代。可是地球上这些元素的贮存量毕竟是有限的,而生命的延续和发展却无穷无尽,两者之间的矛盾只有靠自然界物质不断循环转化才能解决。生物圈中植物和自养微生物的生物合成将无机营养元素转化为有机物质,并贮存能量,它们在合成有机物质的同时,进行分解作用,通过呼吸代谢,矿化一部分有机质,释放 CO_2 ,而最大量的有机质分解由腐生微生物完成,它们的生命活动能使复杂有机质逐步降解,最终成为 CO_2 ,同时将矿质元素释放出来,完成元素的生物循环。在陆地上这种循环主要在土壤中进行,这是土壤微生物一个最重要的功能。在水体系统,由水生植物和藻类以及水体中的腐生微生物推动着元素的生物循环。生物循环的特点是运转迅速,生态系统可以依靠充分再循环经济利用营养元素,进行生产。

由于水的迳流和土壤冲刷等运动,陆地和大气中的部分营养元素被转运至水体和海洋,在海洋的海湾区或100m的上层海水中,营养元素经过反复生物循环后,可进入海底沉积物。这样,元素将进入地质循环。这些元素再带至地面则需要很长时间,如沉积岩或矿质燃料。

以上所述,微生物在土壤和水域中作为有机质的分解者,在元素循环中起着不可取代的作用,它在生态系统中,与植物、动物构成能量和物质运转的特殊关系,维持着生态系统的平衡。

三、人与生态平衡

生态系统之所以能保持平衡,是因为它本身具有反馈调节的机能,一般是生态系统中生物群落组成愈复杂,则自我调节的能力愈强。但是如果外来的干扰过大,超过了调节能力的限度,就可能引起生态失调,乃至生态系统崩溃。

人类是生物群落中的一个群体,但人为万物之灵,他具有很强的主观能动性,人类如果不能理智地和科学地按生态规律生产和生活,他将会对赖以生存的生态系统进行严重干扰乃至破坏,例如:工业革命以来,大量燃烧煤和石油,增加了向大气释放C、N、S等的化合物,大气中 CO_2 量明显提高,将引起全球气候变热;N、S的过量释放,酿成酸雨,损坏那些敏感的生态系统;过量施用N、P,造成水域富营养;滥伐森林,引起气候的变化;大量施用化学制剂,使土壤和水域污染;人口无控制地增长,对自然资源过分掠夺等等。长此以往,必导致生态系统的严重破坏。

70年代以来,自然界生物地球化学循环和人类对它的干扰已成为环境问题科学委员会国际组织(SCOPE)研究全球环境的焦点,目的是提供一个对全球生态系统的综合认识,用以分析不断增长地使用自然资源造成的后果,以期在科学认识的基础上制定保护生态环境的措施。

土壤和水域是人类生产的主要基地,也是微生物生活的大本营和物质生物循环的最主要场所。这些领域中的微生物是物质循环的主要动力。因此,土壤和环境微生物学作为生态科学中的重点,无论在理论阐释和生产实践方面,在维护生态平衡中都占有极重要的地位。

四、土壤和环境微生物学的内容和任务

土壤和水域是生物圈中微生物种类最多、数量最大的领域，那里繁衍着各种有益的微生物，也有有害的微生物。研究它们，了解它们，以充分调动有益微生物、抑制有害微生物的活动，以提高土壤肥力、增进农业生产、保护环境、维护生态平衡，该是本学科的主要目的。

其研究内容和任务：

1. 研究土壤和水域中微生物种类、群落结构、生活特性，作用功能和活动规律，从而开发利用微生物资源；

2. 研究各营养元素循环中起作用的微生物类群，转化功率以及环境条件(包括农业措施)对它们的影响。从而调控它们在农作物生长过程中对营养的保存和供给方面所起的作用；

3. 土壤和水体中的微生物与生长其中的动、植物都有非常直接的接触和相互作用，了解这些关系，从而能调节、促进它们的共生互利关系；

4. 利用微生物处理环境中的污水、污物是当前环境保护的主要措施，研究和完善这些措施，并利用微生物进行综合处理，既能排除污染，又能充分利用生物能源或生产可利用的蛋白。

5. 20世纪40年代以来，人工合成的有毒化合物施用日益增多，这些化合物是当前环境污染的重大问题之一，研究利用微生物混合培养，并利用生物技术改造微生物，以增强它们对这些外源于生物的物质而降解。

第二节 土壤和环境微生物学的发展历史与研究现状

一、土壤微生物学诞生的背景

科学技术的发展使人类的物质和文化生活水平不断提高。古代劳动人民就已知道人、畜粪尿和腐烂动、植物体可以肥田，朴素地感到植物要吸收某些东西才能生长。17和18世纪在欧洲出现了许多关于“植物生长要素”的见解，有人断定腐殖质是植物营养的源泉，由于化学和生物学等学科的发展，在19世纪初人们能够用定量方法来研究植物的代谢，于是植物生理学得到了发展，对植物营养的研究使农业化学发展起来了。19世纪初、中叶成为现代农业科学的开创时期，对于有机质的分解过程，植物的氮素养料是什么，碳酸盐在土壤中形成的原因等三个问题，不同学科的研究者都非常感兴趣。

人们在17世纪就发现动、植物残体和排泄物在土壤中导致硝酸盐的形成，这也是当时获取炸药原料，硝酸盐的途径。李比西(Liebig)认为有机质的分解纯粹是缓慢的化学过程。巴斯德(Pasteur, 1862)却提示了微生物对有机质分解所起的作用，他甚至认为硝化作用是细菌推动的。

关于植物是否能够同化大气氮素的问题是当时热烈讨论的另一个主题。布兴高(J.B. Bousingault)于1836年起连续进行了五年田间轮作试验，他的结论是豆科植物的氮素养料不同于禾本科植物，它们可以直接吸收氮气。这种观点遭到了李比西的强烈反对。布兴高为