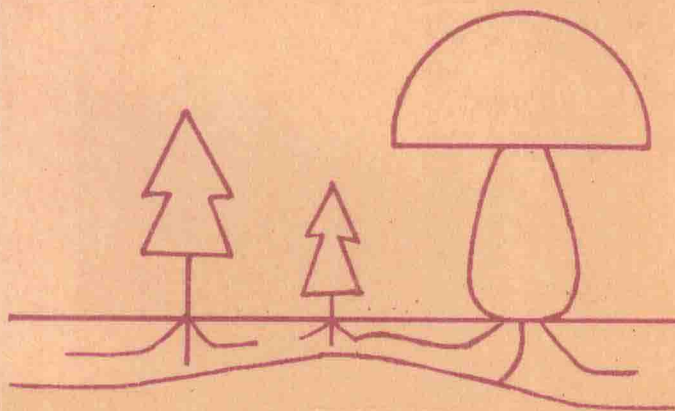




中国林业青年科学家著作丛书

森林微生物生态学

程东升 编著



北林业大学出版社

森林微生物生态学

程东升 编著

东北林业大学出版社

(黑)新登字第 10 号

森林微生物生态学

程东升 编著

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 8 号)

东北林业大学印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 10.75 字数 258 千字

1993 年 5 月第 1 版 1993 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—1500 册

ISBN 7-81008-398-8 / Q · 38

定价: 5.30 元

内 容 提 要

本书系统阐述森林微生物生态学基本原理和知识。微生物是地球生态系统得以成立的必不可少的生物类群。在森林生态系统物质转化及能量循环中，微生物常常起着比动植物更突出的作用。在林业上，微生物生态学知识对森林生态、森林保护、森林土壤、资源开发以及育苗造林等许多领域都具有重要的应用意义。

本书包括绪论、微生物生态学基本原理、微生物与森林有机物分解、微生物与森林生态系统氮素循环，森林土壤微生物群落结构及功能、森林植物体表和大气微生物、微生物与森林植物的共生，及微生物对森林植物的寄生共八部分。书后附有微生物拉汉名称对照和术语索引等。本书可供农林、植物、微生物等学科专业科技人员及高等院校师生阅读，也可作为高等院校农学、林学及植（森）保等专业的教学参考书。

Forest Microbial Ecology

Dongsheng Cheng

Northeast Forestry University Press

序

从 70 年代末就意识到了微生物生态学在农林生物科学中的理论意义和应用价值。于 80 年代初开始为研究生开设森林微生物生态学专业课，但一直苦于缺乏较为系统完整的著作充当教材。可喜的是，留学多年回国的程东升博士收集了国内外大量资料，并结合自己的研究成果编著成了本书。本书比较系统地论述了森林微生物生态学基础理论和应用知识，内容丰富，层次清晰，体系性强，不仅是一本具有较高学术价值的专著，也是一本很好的教学参考书。相信本书的出版对微生物生态学和林业科学的发展都将起到有益的作用。

邵力平

1993. 2.

前 言

以全球性的环境污染和资源危机为契机，自本世纪 60 年代以来，生态学研究进入了一个十分活跃的发展时期。生态学研究的目的在于阐明自然界生态平衡和稳定的机制，并以此为依据去维护和保持自然界的生态平衡。这样做不仅是为了保护自然环境和资源，同时也是为了保护人类自身。

环境污染和资源危机的出现也同样极大地刺激了微生物生态学的发展。微生物同高等植物、动物一样是自然界生物的重要成员。在地球生态系统中，微生物起着必不可少的分解者的作用，以其丰富多彩的生命活动，在物质循环、资源转化、消除污染等多个方面对环境产生着积极的影响。在陆地生物圈中，森林是一个生产力最大的生态系统，同时也是一个微生物最为丰富的生态环境，因此，以森林微生物为对象的生态学研究具有十分重要的理论和现实意义。

从生态学理论上，微生物的活动构成了森林生态系统得以成立的前提；从生产实践上看，微生物的活动是森林生产力得以维持和发展的基础。在林业科学领域中，森林微生物生态学知识同森林生态、森林保护、森林土壤、资源管理等许多学科都有着密切的联系；在育苗造林、森林病虫害防治以及森林立体开发等方面都具有很大的实用价值。作者收集和参考了大量国内外文献资料，并结合自己的研究成果编著成本书。作为运用生态学理论，比较系统而全面地考察和论述森林微生物的专著，本书在国内和国外都属首次。承蒙我国著名森林病理和真菌学家、中国真菌学会副理事长邵力平教授为本书作序，诚致谢意。本书的完成如能对微生物生态学、森林生态学以及森林病理学等学科的发展

和完善起到某种促进作用，将是作者最大的快慰。

本书可供农林、植物、微生物等学科或专业的科技人员及高等院校师生阅读，也可作为高等院校农学、林学及植（森）保等专业的教学参考书。由于本书内容涉及面广泛，而作者的水平有限，故错误及疏漏之处难能避免，敬请读者不吝指正。

本书出版经费的一部分来自“国家教委资助优秀年轻教师基金”。

编著者

1993. 1.

目 录

绪 论	(1)
第一节 什么是生态学	(1)
一、生物与环境	(1)
二、生态学的研究内容	(1)
三、生态学的学科领域划分	(3)
四、微生物生态学及其特点	(3)
第二节 微生物生态学发展史	(5)
一、启蒙阶段(19世纪中叶—20世纪中叶)	(5)
二、诞生阶段(20世纪60年代—70年代)	(7)
三、成熟阶段(20世纪70年代以后)	(8)
第三节 森林微生物生态学的任务和应用意义	(10)
一、森林微生物生态学的任务	(10)
二、森林微生物生态学的应用意义	(10)
第一章 微生物生态学基本原理	(12)
第一节 环境和生态系统	(12)
一、环境	(12)
二、生态系统	(13)
第二节 生态位和生态对策	(17)
一、生态位的概念	(17)
二、生态对策及其决定因素	(18)
三、微生物的生态对策	(21)
第三节 种群和种间关系	(27)
一、种群和种群密度	(27)
二、种间关系	(31)
三、种间关系与进化	(39)

第四节	群落及群落演替	(41)
一、	群落的概念	(41)
二、	群落演替	(42)
三、	自养演替和异养演替	(43)
四、	群落发展和稳定的机制	(46)
五、	物种多样性与群落稳定性	(47)
六、	微生物种群和群落的特殊性	(51)
第五节	微生物在环境中的生物化学活性	(52)
一、	微生物的多样性和适应性	(52)
二、	微生物的代谢活性	(55)
第六节	微生物与陆地生态系统的物质循环	(57)
一、	微生物与陆地生态系统的碳素循环	(58)
二、	微生物与陆地生态系统的氮素循环	(60)
三、	微生物与陆地生态系统的磷、硫循环	(62)
第二章	微生物与森林有机物的分解	(65)
第一节	自然界有机物质的分解	(65)
一、	不含氮有机物的分解	(65)
二、	含氮有机物的分解	(73)
三、	影响植物残体分解的条件	(75)
第二节	森林凋落物的积累与分解动态	(76)
一、	森林凋落物的组成与积累量	(76)
二、	凋落物分解的动态平衡	(78)
三、	影响凋落物分解的因素	(81)
四、	森林凋落物分解的生态学意义	(83)
第三节	微生物对森林凋落物的分解	(84)
一、	参加凋落物分解的微生物类群	(84)
二、	凋落物分解真菌及其一般演替规律	(86)
三、	几种北方森林中的凋落物分解真菌演替	(93)

四、不同气候带的凋落物分解真菌类群	(95)
五、参与凋落物分解的其它微生物	(100)
第四节 微生物对木质有机物的分解	(103)
一、木材作为微生物营养基质的性质	(103)
二、木材腐朽的类型	(106)
三、木腐菌的侵染部位及寄生专化性	(108)
四、木材分解中的微生物演替	(112)
五、温度、水分对木材分解的影响	(119)
第三章 微生物与森林生态系统的氮素循环	(122)
第一节 自然界氮素转化的主要类型	(122)
一、氨化作用	(123)
二、硝化与反硝化作用	(124)
三、植物残体 C : N 值与有效氮素的释放	(127)
四、固氮作用	(129)
第二节 森林生态系统中的氮素转化动态	(133)
一、森林凋落物中的氮素含量	(133)
二、森林土壤中的氨化和硝化作用	(134)
三、森林中的微生物固氮	(136)
四、森林土壤的氮素收支动态	(139)
第四章 森林土壤微生物群落结构及功能	(141)
第一节 土壤微生物生态概述	(141)
一、土壤中的真菌	(141)
二、土壤中的细菌	(149)
三、土壤中的放线菌	(155)
四、土壤中的藻类和原生动物	(157)
五、土著与外来土壤微生物的概念	(158)
第二节 森林土壤微生物的群落结构	(161)
一、森林土壤微生物的数量及分布	(161)

二、森林土壤大型真菌的群落结构	(168)
三、土壤大型真菌的菌落扩展方式	(171)
第三节 微生物的活动与森林土壤肥力	(178)
一、微生物与土壤的形成	(178)
二、微生物的活动与土壤肥力	(179)
第四节 根际微生物群落及功能	(184)
一、根际微生物群落的特征	(184)
二、根际微生物与植物的关系	(185)
第五章 森林植物体表和大气微生物	(188)
第一节 植物地上部的体表微生物	(188)
一、叶面微生物	(188)
二、枝干表面的微生物	(194)
三、植物体表的潜伏性病原微生物	(196)
第二节 大气微生物	(198)
一、大气微生物生态概述	(198)
二、与森林环境有关的大气微生物	(203)
第六章 微生物与森林植物的共生	(207)
第一节 真菌与树木的共生体——菌根	(207)
一、概述	(207)
二、外生菌根	(208)
三、内生菌根	(226)
第二节 根瘤细菌与豆科植物的共生固氮	(236)
一、共生固氮体系	(236)
二、豆科植物根瘤的形成	(236)
三、根瘤固氮的机理及固氮效率	(242)
四、根瘤菌与植物共生的进化意义	(250)
第三节 放线菌与非豆科植物的共生固氮	(251)
一、由放线菌引起的根瘤	(251)

二、与放线菌形成根瘤的木本植物	(253)
三、放线菌根瘤固氮与森林氮素营养	(254)
第四节 蓝细菌的共生固氮	(257)
一、地衣的固氮	(257)
二、蓝细菌与植物的共生固氮	(258)
第七章 微生物对森林植物的寄生	(259)
第一节 微生物—植物寄生体系——病害的发生 与发展	(259)
一、病原菌的寄生性与致病性	(259)
二、寄主植物的抗病性	(263)
三、病害的发生过程	(265)
四、病原菌的传播及生态对策	(270)
第二节 林木病原微生物类群及其功能	(277)
一、林木病原微生物主要类群	(277)
二、病原微生物的活动对森林生态系统的影响	(282)
第三节 林木流行病学原理	(289)
一、流行性病害与地方性病害	(289)
二、流行性病害的发生条件	(290)
三、病害流行的时空分布	(294)
参考文献	(296)
附录一 真菌和细菌的分类检索	(303)
附录二 微生物拉丁名称对照	(315)
附录三 术语及主题词索引	(326)

绪 论

第一节 什么是生态学

一、生物与环境

生物是具有生命的有机体。有机体与其所处环境之间持续不断的物质、能量及信息交换，是生命现象最本质的反映。一株有生命的绿色植物，一旦停止了同环境之间进行物质能量交换的光合作用和呼吸作用，它也就宣告死亡。一只动物，一旦停止了从环境中吸入氧气和向环境中放出二氧化碳，其生命也就宣告结束。介于生命和非生命之间的世界上最小的生物——病毒，只在同其生存环境(寄主生物体内)之间进行遗传物质和信息的交换时，才能表现出生命的作用。也就是说，生命现象是不可能脱离环境而独立存在的。

地球上的所有生物，都生活在一定的场所和空间，即环境之中。它们的所有生存活动都脱离不开周围的环境，其生存与发展，无时无刻不在与环境之间发生着千丝万缕的联系。正如生命现象不能脱离环境而存在一样，生物不可能离开环境而生存，生物同环境是一个对立的统一体。因此，要了解生物以及生物的生存和发展，就不能不研究生物与环境之间的关系。

二、生态学的研究内容

研究生物与环境之间相互关系的科学就是生态学。生态学(Ecology)一词源自希腊文的“oikos”和“logos”。前者意为居住地，后者是指管理或研究。也就是说，生态学是居住地(即环境)

管理的科学。德国动物学家 Haeckel(1866)最早使用生态学一词，并将其定义为“研究动物与有机和无机环境的全部关系”。后来由此扩展到所有的生物，成为现在所通用的定义。

所谓生物周围的环境，包括非生物因素和生物因素两个方面。非生物因素指作用于生物的温度、湿度、光线、酸碱度、空气、土壤等物理和化学因素；生物因素指来自其它生物的影响，如竞争、捕食、寄生、共生等。

生物与环境之间的关系是相互作用的。生物并不是单纯被动地受环境制约，而是还能通过自己的生命活动去影响或改变环境。生物与环境之间的互相影响，是一个动态的变化过程，本质上是一个生物对环境的适应能力不断提高、不断进化的过程。生物的进化史实际上就是一部生物对环境条件变化的适应史。地球上现存的生物，都是经历了漫长的地质变迁、气候变化、冰川袭击以及生物间的生存竞争等无数次环境变动的考验而幸存下来的，因此，它们的形态、生理、行为等特点都是与特定环境相适应的。

生物进化的结果是使地球上的所有生物，包括人类在内，按其演化定型的特性和对环境的适应能力，可以协调地生活在各自相适应的特定环境中，达到一个相对稳定的生态平衡。在这种生态平衡的状况下，地球上的所有生物能够在一定程度的相互影响和制约的前提下，和睦而安定地生活在一起。

但是，自然界生态平衡的稳定性是有一定限度的，某些不可抗拒的自然灾害(如冰川、洪水、森林火灾等)能够导致生态平衡的破坏，尤其是人类对大自然的无限制的开发活动，愈来愈成为破坏生态平衡的一个重要因素。生态平衡的破坏往往引起一系列严重的后果甚至是恶性的循环。例如，对森林过度的砍伐可以导致水土流失和气候改变；水土流失和气候改变将引起农业生产力衰退和粮食减产；粮食减产又会威胁到人类的生存，迫使人类去

进行更大规模的自然资源掠夺。生态研究的最终目的就是通过阐明生态平衡和稳定的机制，恢复和维持自然界的生态平衡，因为这不仅是为了保护自然，同时也是为了保护人类自身。

三、生态学的学科领域划分

生物世界是极为丰富多彩的，生物所处的环境因素也是十分复杂的，因此生态学的研究领域是十分广阔的。在生态学这门学科的发展过程中，逐渐产生和形成了许多分支领域。

根据研究对象生物类群的不同，生态学可以分成植物生态学、动物生态学和微生物生态学。按照地理群落划分，则可以分成森林生态学、农田生态学、草地生态学、湖泊生态学等。根据研究重点是生物个体或是群体，又可以分成个体生态学和群体生态学。生物个体和群体水平上的宏观研究是生态学的主要传统内容。随着现代分子生物学的发展，生态学也开始向微观方面扩展。70年代以来，出现了研究生物有机大分子，如蛋白质、核酸与环境之间关系的学科，即分子生态学。生态学是一门古老而又年轻的科学，其内容目前仍处于不断发展和充实的过程之中。

四、微生物生态学及其特点

微生物生态学是一门研究微生物与环境之间关系的科学，是生态学的一个分支。所谓微生物，并不是一个严格的分类学名词，而是内容十分繁杂多样的一大群微小生物的总称，主要包括细菌、放线菌、真菌、单细胞藻类、原生动物以及病毒。根据现代的分类，所有的生物可以分成六个界，即植物界、动物界、菌物界、原核生物界、真核原生生物界和病毒界，其中后四个界的生物都属于微生物。

微生物生态学的研究与动植物生态学相比，起步较晚。与动

植物相比，微生物个体微小，种群数量庞大，因此，微观性和群体性成为微生物生态学的显著特点。这些特点，在技术上给微生物生态学的研究带来了较大困难，这是微生物生态学一直落后于动植物生态学的主要原因。

由于高等动植物形态明显，容易观察，所以它们与环境之间的相互作用比较容易了解。但绝大多数微生物不仅体形十分微小，其生态环境也常常是微小的，因此在微生物的生态学研究，难以直观地观察其形态、机能同环境之间的关系，而要把通过试管培养得出的微生物代谢、增殖和机能的有关知识，直接应用于自然界，不管是在理论上或是在实践上都是不够严密的。要了解环境对微生物种群分布、增殖速度及活力的影响，以及阐明微生物群体结构的稳定性及其功能，首先需要得到比较准确的有关微生物种类和数量的参数及其所处微环境的参数，而这些准确参数的获得在技术上常常是不容易的。例如，在对微生物数量的计测中，常使用平板计数法，以在人工配制的培养基上出现的微生物群落数来估测实际环境中的数量，因此取样方法、培养基成分以及培养条件的不同，都会导致估测结果产生极大的误差，因而很难反映出自然界微生物的真实数目。而采用直接镜检法，又难以判断微生物个体的死活，尤其是对一些菌体为丝状的微生物（真菌）计数则更为困难。

由于上述原因，对于微生物生态学研究来说，实验方法和手段的不断改进以及新技术的开发和应用显得更为重要，它们常常成为促进微生物生态学发展的一个重要推动力。例如，电子显微镜、荧光显微计数、环境模拟培养等新技术的出现都曾对微生物生态学的发展起到了显著的推动作用。