

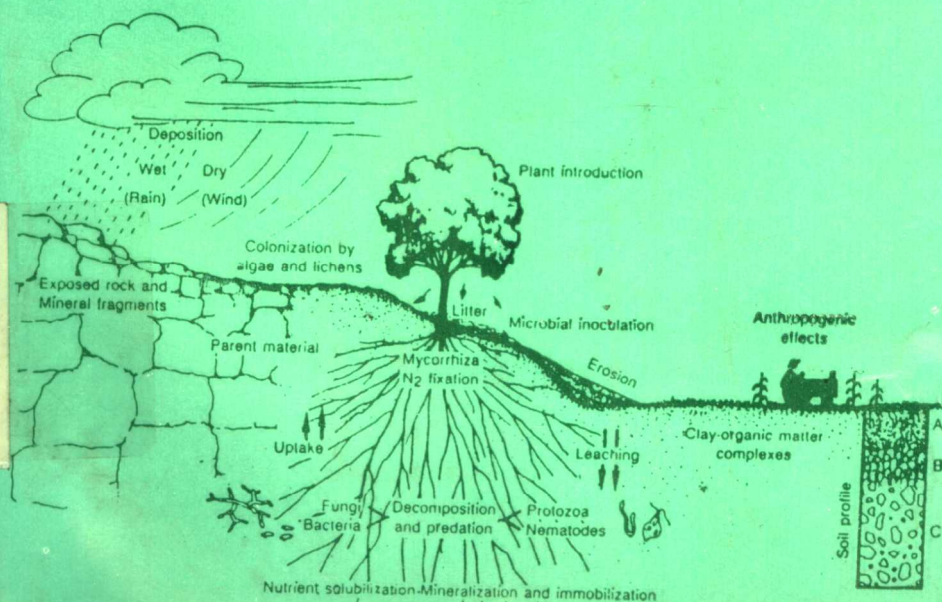
科学文献出版社

土壤微生物学与生物化学

[美] E.A. 波尔 F.E. 克拉克 编著

顾宗濂 李振高 林先贵 等译

曹志洪 总校



土壤微生物学与生物化学

美 J.E.A. 波尔 F.E. 克拉克 编著
顾宗源 李振高 林先贵 等 译
曹志洪 校

科学技术文献出版社

(京)新登字130号

内 容 简 介

本书是美国 E.A. Paul 和 F.E. Clark 编著而成, 图文并茂, 理论性强, 有实践价值, 是目前有关土壤微生物学与土壤生物化学最完美的教科书。内容包括土壤微生物学和生物化学展望; 土壤是生物生存和反应的场所; 微生物的研究方法; 土壤微生物群体组成及其分布; 碳循环与土壤有机质、残留物分解和土壤有机质转化的动力学; 有机—无机态氮向硝酸盐的转化; 硝酸盐的还原和迁移; 生物固氮; 菌根与植物的关系; 土壤中磷和硫的转化及金属的微生物转化作用等14章。另附有参考文献和补充读物。

本书可供土壤微生物学、土壤生物化学、环境科学、农学、林学和生态学等科技人员及高等院校有关师生阅读参考。

E.A. Paul & F.E. Clark

Soil Microbiology and Biochemistry

1989 by Academic Press, Inc.

土壤微生物学与生物化学

[美] E.A. 波尔 F.E. 克拉克 编著

顾宗濂 李振高 林先贵 周德智 吴铁航 译

曹志洪 总校

科学技术文献出版社出版发行

(北京复兴路15号 邮政编码 100038)

江阴市华达印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 9.5印张 243千字

1993年10月第1版 1993年10月第1次印刷

印数1—2000册

ISBN 7-5023-2004-0/S·193

定价: 8.00元

序 言

人们研究土壤微生物和土壤生物化学的驱动力是人们对了解土壤中产生的微生物和反应的渴求。在人们最早感兴趣的那些自然过程中而今已作了将近一个世纪调查研究的有碳素矿化过程、氮素固定过程、硫的氧化过程、菌根形成过程、硝化和反硝化过程。正如过去对这些和其他一些土壤过程所积累的知识一样，也非常有必要在解决农学、森林学、环境学应用问题时的方法手段等方面在综合水平上加以强化。那就是我们这本教科书的目标。在撰写本书的某些章节时，采用侧重于过程的写法，以便给学生提供一个微生物所引起的养分循环和基本土壤过程的完整概念。

本教科书的对象是已经拥有某些生物学、化学基础並具有一定环境学知识，尤其是土壤学知识的高年级大学生。在这样一类书中，不可能介绍所有必要的基础知识。第二章土壤生境、第四章土壤生物学只给予了导向性概述。第一、三、五章也只介绍基本素材。还提供补充阅读材料目录和简要词汇表以给学生方便。

当今全球生态系统受到威胁，它所提出的问题强调人们需要很好的管理农业和森林资源。人们已经和正在遗传控制微生物能力方面所取得的进展对改变寄主植物和微生物的相互关系提供了巨大潜力。我们希望这本教科书能向学生充分介绍土壤微生物学和土壤生物化学，尤其是对土壤中基本微生物过程的认识。如能那样，则学生就能预见和把握我们这一学科领域的未来进展及应用于实际的可能性。

原书著者为中文版作序

对于你们选择《土壤微生物学与生物化学》这本书译成中文出版，我们感到非常光荣。

土壤微生物学和生物化学既是基础科学又是应用科学。它的重要性正日益被广泛承认。土壤学在生态学中正发挥它应有的 (rightful) 作用。在土壤中定居的巨大数量的生物当然是生物地球化学和微生物学的生态学作用的承担者。应用于地球生态系统的分子生物技术对于阐明土壤生物在生物多样性上的意义是很有希望的。

由于土壤微生物学与全球变暖、大气中痕量气体、海洋污染有关，同时土壤微生物学在解决因人口急剧增长而面临的粮食和纤维生产中的特殊作用，使土壤微生物学已成为一门全球性的科学。土壤微生物学家必须是更加受到世界性的关注和承认，因为许多土壤和水的 (污染) 问题已远不是某个局部或地方性所关心的。我们感谢中国土壤微生物学家在这个领域内所作的许多贡献，并期待着你们做出更多的贡献。我们衷心地希望你们翻译出版本书成功。

Edwin Paul
Francis Clark

译 序

土壤微生物学的研究是以土壤学、微生物学和生物化学三门学科相互渗透交叉综合为特色的，它与土壤肥力、植物营养、环境保护等有着密切的关系，因而在农业和环境具有重要作用。美国著名土壤微生物学家E. A. Paul教授和F. E. Clark教授就微生物在土壤圈及自然界的物质循环中的作用过程，编著了《土壤微生物学与生物化学》一书，内容新颖，理论性强，综合介绍了土壤微生物学与生物化学的最新成果，值得一读。它的问世，在国内外尚属首次。反映了80年代以来国际上这一交叉学科的最新进展和研究动向。

全书共14章，取材广泛，内容包括：1. 土壤微生物学与生物化学展望；2. 土壤是土壤生物生存和反应的场所；3. 土壤生物的研究方法；4. 土壤生物群体的组成；5. 土壤生物区系的发生与分布；6. 碳素循环与土壤有机质；7. 残留物和土壤有机质转化的动力学；8. 有机态—无机态氮之间和向硝酸盐的转化；9. 硝酸盐的还原和迁移；10. 氮素返回土壤——生物固氮；11. 菌根与植物的关系；12. 土壤中磷的转化；13. 土壤中硫的转化；14. 金属的微生物转化作用。在每章末尾都列有大量的参考文献和补充读物，不仅对研究工作者，而且对教师和大學生、研究生均有巨大的参考价值。

本书由中国科学院土壤研究所土壤微生物研究室有关专家译出，並力求忠实于原著的风格。但限于译者水平，错误和欠妥之处在所难免，敬请读者批评指正。在此，对美国科学出版社和本书原作者在中译本的出版中所给予的大力支持，表示诚挚的感谢。我们相信本书中译本的出版，将有助于促进我国土壤微生物

学、土壤生物化学、生态学及环境科学的发展，在科研、教学及国民经济的实际应用中发挥应有的作用。

中国土壤学会常务理事

曹志洪研究员

目 录

序 言

第一章 土壤微生物学与生物化学展望

一、定义和范围	(1)
二、先驱者的贡献	(1)
三、20世纪初的土壤微生物学	(3)
四、近年的发展与学科分支的变化	(4)
五、土壤生物学的文献	(6)
六、21世纪展望	(7)
参考文献	(10)
补充读物	(12)

第二章 土壤是土壤生物生存和反应的场所

一、引言	(13)
二、土壤结构	(15)
三、土壤空气	(18)
四、土壤水	(22)
五、氧化还原电位	(25)
六、土壤pH	(28)
七、土壤温度	(29)
八、环境因素的相互作用	(32)
参考文献	(34)
补充读物	(35)

第三章 土壤生物的研究方法

一、引言	(37)
二、土壤样品的采集	(37)

三、土壤直接显微镜术	(39)
1.微生物种群的直接显微镜计数法	(42)
2.生物体积和生物量的计算	(43)
四、化学方法测定生物量	(46)
1.ATP测定	(46)
2.呼吸作用测定	(49)
五、酶和酶的测定	(50)
六、微生物培养计数	(52)
参考文献	(54)
补充读物	(55)

第四章 土壤生物群体的组成

一、引言	(56)
二、病毒	(56)
三、细菌	(57)
1.节细菌	(59)
2.链霉菌	(59)
3.假单胞菌	(61)
4.产芽孢杆菌	(62)
5.蓝细菌	(64)
四、真菌	(66)
1.粘菌	(66)
2.具鞭毛的真菌	(67)
3.糖真菌	(69)
4.高等真菌	(69)
5.半知菌	(70)
五、藻类	(71)
六、地衣	(76)
七、原生动物	(77)
八、土壤后生动物	(79)

参考文献	(82)
补充读物	(83)
第五章 土壤生物区系的发生与分布	
一、引言	(84)
二、土壤生物区系的地理差异	(84)
三、土壤剖面中的生物分布	(85)
四、土块中的生物分布	(86)
五、生物与植物根的结合	(89)
1. 根系提供给生物所需要的基质	(90)
2. 生物与根的空间关系	(92)
六、生物与植物叶片的联合	(92)
七、生物与植物凋落物的联合	(94)
八、土壤管理措施对土壤生物的影响	(95)
1. 土壤耕作	(97)
2. 杀生物剂与其他化学制剂	(97)
3. 垦伐及控制下的烧荒	(98)
参考文献	(100)
补充读物	(101)
第六章 碳素循环与土壤有机质	
一、引言	(102)
二、全球碳素循环	(102)
三、有机残体成分的周转	(103)
1. 碳水化合物	(104)
2. 木素	(109)
3. 含氮化合物	(110)
4. 生物体的细胞壁	(114)
5. 根和根分泌物	(117)
四、土壤有机质的形成	(117)
五、土壤有机质的组成	(120)

1. 富里酸·····	(121)
2. 腐植酸和胡敏素·····	(124)
3. 土壤中有机的数量和分布·····	(124)
参考文献·····	(126)
补充读物·····	(127)

第七章 残留物分解和土壤有机质转化的动力学

一、描述微生物转化的反应动力学·····	(128)
1. 零级反应·····	(128)
2. 一级反应·····	(129)
3. 双曲线反应·····	(131)
二、分解作用动力学·····	(133)
三、植物和土壤数据的建模·····	(134)
四、输出模式·····	(137)
五、涉及反应动力学和土壤微生物活性的样品计算·····	(141)
参考文献·····	(144)
补充读物·····	(144)

第八章 有机态-无机态氮之间和向硝酸盐的转化

一、氮素循环的简介·····	(146)
二、氮素的矿化作用·····	(148)
三、氮素的生物固定作用及其反应·····	(149)
四、硝化作用·····	(155)
1. 硝化细菌及其生化反应·····	(155)
2. 影响硝化作用的因素·····	(157)
酸度·····	(157)
通气性·····	(157)
湿度·····	(157)
温度·····	(157)
有机质·····	(159)
3. 异养硝化作用·····	(159)

4. 硝化作用的不良影响	(159)
5. 硝化作用的抑制	(159)
参考文献	(161)
补充读物	(162)

第九章 硝酸盐的还原和迁移

一、引言	(163)
二、反硝化作用	(163)
1. 反硝化作用的生物化学	(164)
2. 化学反硝化作用	(168)
3. 能进行反硝化作用的生物	(169)
4. 测定反硝化作用的方法步骤	(170)
5. 影响反硝化作用的土壤因素	(171)
土壤硝酸盐含量	(172)
碳的有效性	(172)
土壤含水量	(173)
土壤pH和温度	(173)
6. 反硝化损失与其他土壤氮素去向的关系	(174)
7. 氧化亚氮对同温层的影响	(175)
三、根系对 NO_3^- 的吸收	(176)
四、硝酸盐的淋失	(177)
五、硝酸盐随土壤侵蚀而损失	(178)
六、硝酸盐的局部积累	(178)
参考文献	(180)
补充读物	(180)

第十章 氮素返回土壤——生物固氮

一、氮素全球分布和转移	(181)
二、固氮生物和联合体	(183)
1. 非共生有机营养菌	(185)
2. 非共生光能营养菌	(186)

3. 禾本科植物的联合固氮菌	(190)
4. 豆科植物	(190)
三、放线菌根瘤联合体	(193)
四、光能营养菌联合体	(197)
五、豆科植物的结瘤和固氮	(201)
六、固氮作用的生物化学	(202)
七、固氮作用的能量问题	(209)
八、接种	(210)
九、生物技术面临的挑战	(211)
参考文献	(215)
补充读物	(216)

第十一章 菌根与植物的关系

一、引言	(218)
二、菌根的类型和分布	(219)
1. 泡囊丛枝状菌根	(220)
2. 外生菌根	(225)
3. 杜鹃类菌根	(229)
4. 兰科菌根	(230)
三、菌根的生理学和功能	(231)
1. 营养的吸收	(231)
2. 其他影响	(235)
四、菌根化植物联合体中碳的流动	(236)
五、研究方法	(239)
参考文献	(241)
补充读物	(242)

第十二章 土壤中磷的转化

一、引言	(244)
二、磷循环的全球性问题	(244)
三、无机态磷	(247)

四、溶液磷·····	(247)
五、无机磷的增溶化作用·····	(248)
六、有机态磷·····	(249)
七、磷在植物根-土系统中的流通·····	(251)
参考文献·····	(254)
补充读物·····	(254)

第十三章 土壤中硫的转化

一、引言·····	(255)
二、自然界中硫的形态·····	(257)
1. 无机态硫·····	(258)
2. 有机态硫·····	(259)
3. 微生物中硫组分·····	(261)
三、腐植质中有机硫浓度·····	(262)
四、硫的转化·····	(263)
有机硫的矿化作用·····	(263)
五、自然界中无机硫化物的氧化·····	(266)
1. 硫杆菌·····	(267)
硫化叶菌·····	(268)
硫小单胞菌·····	(268)
热丝菌·····	(268)
贝日阿托氏菌属和发硫菌属·····	(269)
2. 无机光能自养菌·····	(269)
3. 异养细菌·····	(269)
六、无机态硫的还原·····	(270)
参考文献·····	(273)
补充读物·····	(273)

第十四章 金属的微生物转化作用

一、引言·····	(275)
二、铁的转化·····	(276)

三、铁管的厌氧腐蚀.....	(280)
四、锰的转化.....	(280)
五、汞的转化.....	(281)
参考文献.....	(283)
补充读物.....	(283)
词汇表.....	(284)

第一章 土壤微生物学与 生物化学展望

一、定义和范围

土壤微生物学是研究生活在土壤中的生物体的学科。主要是研究与初级生产力相联系的土壤生物的代谢活动及其在能量流与营养循环中的作用。另外，这一学科还研究土壤生物及其进行的代谢过程对环境的有利和不利影响。因此，如果从机理的角度来看，广义的土壤微生物学即是指土壤微生物与生物化学。这一交叉学科最早是研究土壤中的微小的生物，但以后的研究延伸至包括存在于土壤中并参与土壤动态过程的较大的生物。目前被称为土壤中型动物的土居小的无脊椎动物也与单细胞的生物体一起包括于土壤生物区系中。这些小无脊椎动物可能是微小的，也可能是肉眼可见的。有些原生动物是肉眼可见的。有许多藻类和真菌群落或菌丝体的结构可以大到几厘米甚至几分米。

小型或中型动物在有机物质转化过程中起辅助的作用，它们缺乏土壤微生物所具有的广泛的酶活力。在土壤微生物学领域内包括小无脊椎动物的内容还只是最近才逐渐地完善，相似的情况是对菌根的认识作为微生物研究的领域也推迟了很久。许多年来仅有少数的真菌学家从事通称为菌根的真菌与根的联合体的研究。由于土壤微生物学家越来越关心营养的转化，他们认识到菌根的研究是微生物学科的一个中心而不是边缘的部分。

二、先驱者的贡献

尽管人类很早就观察到果汁自发地发酵产生酒及流出的牛奶

变酸这一现象，但土壤微生物学作为一门学科则从细菌学和原生动物学产生的年代算起。1676年，荷兰的透镜磨工吕文虎克（Antonius van Leeuwenhoek）报道他在自然的水及放有胡椒的水中看到了小的动物，因为他的观察表明微生物存在于腐烂的植物材料上，所以他有可能被认为是土壤微生物学之父。然而这一称誉被公认地并毫无非议地给予维诺格拉德斯基（Sergei Winogradsky）（1856~1953）来赏誉他在这一新兴学科中的诸多贡献。尤其值得一提的是他发现了硝化细菌及其在硝化作用中的作用。这导致了微生物自养作用概念的产生，即微生物可以利用无机物质作为生长的能量来源。

与维诺格拉德斯基同时代的另一个具有里程碑意义的发现是真菌与植物的根形成的菌根。虽然早期工作者早已注意到有真菌与根的联合体，但直至Pfeffer（1877）才确认这一联合体的共生特性。弗兰克（A.B. Frank）（1885）使用了菌根（mycorrhiza）这一术语，以后又将菌根区分为外生菌根与内生菌根。19世纪下半叶有关微生物过程的其他方面又产生了重要发现，它们包括：共生固氮、反硝化作用、硫酸盐还原和非共生固氮等。

巴斯德（Louis Pasteur）（1830~1900）关于微生物发酵的研究具有极其重要的意义，这一发现导致了厌氧代谢的描述。所有多细胞的生命如动物和植物都进行有氧代谢。有些土壤微生物只能进行有氧代谢，而另外一些却只能进行厌氧代谢。然而还有一些土壤微生物可以从一种形态转化为另一种形态。早在巴斯德之前的几位先驱者已经发现酵母菌参与发酵作用，但直到巴斯德才证明微生物发酵产生酒精与有机酸是与微生物在厌氧条件下的基本代谢相联系的。Buchner（1897）的研究表明酵母细胞裂解产生一种非细胞的液体，它能引起酒精发酵，因此他被认为是微生物酶学的先驱。

在吕文虎克、维诺格拉德斯基、巴斯德及其同时代人的观察发