

微生物在土壤养分 转化中的作用

娄隆后等編

科学出版社

微生物在土壤养分转化中的作用

娄隆后 梅慰安 陈紹芳 編
叶昌臣 周湘泉

科 学 出 版 社

1962

內 容 簡 介

本书內容主要結合目前农业生产及土壤微生物学发展情况，介绍土壤养分生物学轉化方面的几个問題，較系統地分析整理了国内近十年来大部分有关科学研究工作的結果，归納成研究法及微生物类羣、微生物分布、动植物殘体分解、固氮作用、无机化合物的轉化、腐殖质、有机肥料、根际微生物、菌肥、深耕施肥等章，同时也介绍了这些問題的目前国外发展概况及最新成就，并对某些問題提出了編者的意見。

本书可供微生物学工作者、农业工作者、土壤肥料工作者及高等院校各有关专业师生参考。

微生物在土壤养分轉化中的作用

姜隆后 梅慰安 陈紹芳 編
叶昌臣 周湘泉

*

科学出版社出版 (北京朝陽門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1962 年 6 月 第 一 版	书号：2537 字数：287,000
1962 年 6 月 第一次印刷	开本：850×1168 1/32
(京) 0001—4,600	印张：11 1/16

定价：1.60 元

前 言

土壤微生物学近年来在我国得到了迅速的发展和成长，特别是1958年以来，在党中央和毛主席领导下，工农业生产持续跃进，在农业“八字宪法”的正确贯彻以及技术革命和技术革新的群众运动中，土壤微生物学工作积累了丰富的经验；越来越明显地表现出它在农业生产实践中，以及生物学基础理论的发展中，都具有不可忽视的作用。

本书是1957年在北京农业大学土壤农化系的大力支持下编写的。最初是以几份“土壤微生物学”讲稿（北京师范大学，1954—1955；北京大学，1955，1956；北京农业大学，1954—1956，1957）为基础，计划编写成具备微生物学基本知识的读者应用的参考书，重点叙述与农业生产实践及土壤学、农业化学基础理论有关的几个问题的现状及其发展途径。初稿于1958年完成后，由于工农业生产的跃进和土壤微生物学工作的发展，内容显然已不能适应形势发展的需要。我们前后曾连续进行过三次修改。

本书编写时，曾尽力收集了截止到1960年的国内各方面已发表的有关资料，并吸取了部分其他国家的经验和新成果，根据编写同志们的生产实践经验及理论知识基础，进行了有关内容资料的综合整理分析。由于编写者业务水平不高，其中分析总结叙述不正确，安排不当，遗漏、忽略的重点问题恐仍不少，恳切希望读者能提出不同意见，进行讨论和批评，协助本书不断改进。

最后，在本书几年编写过程中，承有关单位和工作人员支援了大量国内外发表的文献、杂志及单行本，或协助讨论、修改了部分内容，提高并改进了本书的质量，不能一一详举，在这里一并致谢。

婁 隆 后

1960年于北京

目 录

前言	xi
第一章 土壤中微生物的作用及其研究概况	1
第一节 微生物在土壤养分转化中的作用概况	1
第二节 土壤微生物学发展简史	2
第三节 目前我国土壤微生物学发展概况	4
参考文献	8
第二章 土壤微生物常见类群及其研究法	9
第一节 土壤微生物类群研究方法的发展	9
第二节 土壤微生物类群培养计数研究法的原则	11
第三节 土壤微生物的一些特殊研究方法	14
第四节 土壤中的常见微生物类群	19
I. 土壤细菌	20
一、自养细菌及兼性自养细菌	21
二、异养细菌	23
1. 土壤无芽孢细菌	24
2. 土壤芽孢杆菌	27
3. 土壤嫌气细菌	28
II. 土壤放线菌	31
III. 土壤真菌	34
IV. 土壤藻类	39
V. 土壤原生动物和其他动物	42
VI. 土壤噬菌体	46
VII. 我国各地土壤中已知的主要微生物种类	49
一、细菌	50
二、放线菌	52
三、真菌	53

[附]四、堆肥中出現的微生物种类	56
参考文献	57
第三章 土壤中微生物的分布	61
第一节 土壤是微生物生活的良好环境	61
I. 土壤中具有的微生物营养来源	61
II. 土壤中的水分	65
III. 土壤中的酸碱度	66
IV. 土壤温度	68
第二节 土壤中微生物分布和季节变化的关系	70
I. 土壤中微生物的分布	70
II. 季节变化对微生物的影响	73
参考文献	76
第四章 土壤中动植物有机殘体的分解	78
第一节 有机酸及糖类等的分解	80
I. 单糖类的分解	80
II. 有机酸及酮、醇等的轉化	84
III. 淀粉类物质的分解	86
第二节 半纖維素和果胶类物质的分解	88
I. 半纖維素的分解	88
II. 果胶类物质的分解	90
III. 果胶分解微生物在农业实践中的作用	94
第三节 脂肪和磷脂类物质的分解	94
I. 脂肪的分解	94
II. 磷脂类的分解	97
第四节 纖維素的分解	100
I. 纖維素的性质	100
II. 纖維素酶的形成和作用	101
III. 土壤中纖維素的微生物及其作用	103
一、土壤中好气纖維素分解的細菌	104
1. 球形生孢纖維粘菌	105
2. 紅黄色粘球菌 (<i>Myxococcus fulvus</i>)	109
3. 纖維粘菌 (<i>Cytophaga</i>)	112

二、土壤中的纖維素分解的放綫菌	113
三、土壤中纖維素分解的真菌	113
1. 灰色壤土霉 (<i>Humicola grisea</i>)	114
2. 黑葡萄状穗霉 (<i>Stachybotrys atra</i>)	115
3. 木素木霉 (<i>Tricoderma lignorum</i>)	116
4. 烟色毛壳霉 (<i>Chaetomium funiculum</i>)	116
四、嫌气纖維分解細菌	117
五、好热性纖維素分解的微生物	117
1. 好热性奥氏芽孢杆菌 (<i>Bacillus omelianskii</i> var. <i>thermophilus</i>)	118
2. 好热性纖維素分解放綫菌	119
3. 好热性纖維素分解真菌	119
第五节 木素的分解	121
第六节 含氮有机物質的分解	127
I. 蛋白質的氨化作用	128
II. 尿素、石灰氮的分解	133
III. 氨化作用在土壤中的动态及农业上的控制利用	138
第七节 微生物的合成有机物質	141
第八节 动植物殘体在土壤中的綜合分解及微生物的活动	144
第九节 生物热和它的应用	148
参考文献	149
第五章 腐殖質的形成及其对土壤及作物的影响	154
第一节 各地土壤中腐殖質存在的情况	154
第二节 腐殖質的性質	158
I. 胡敏酸	158
II. 胡敏素	162
III. 吉馬多美朗酸	163
IV. 克連酸和阿波克連酸(富里酸)	163
第三节 微生物在形成及分解腐殖質中的作用	163
I. B. P. 威廉斯的腐殖質形成学說	164
II. 有机殘体形成腐殖質的途径	165
III. 微生物細胞內形成腐殖質的途径	170

IV 微生物分解腐殖质的作用	173
第四节 腐殖质在土壤和植物营养中的作用	175
I. 腐殖质对土壤物理性质的影响	175
II. 腐殖质对土壤化学性质的影响	177
III. 胡敏酸对植物生长发育的影响	179
一、胡敏酸对植物根系的影响	179
二、胡敏酸对植物地上部分的影响	180
三、胡敏酸对植物氮磷营养的影响	180
参考文献	181
第六章 固氮微生物在土壤中的作用	183
第一节 土壤中固氮微生物的种类	184
I. 共生的固氮微生物	184
II. 非共生的固氮微生物	184
第二节 共生固氮作用	186
I. 根瘤菌与豆科植物的关系	186
II. 根瘤菌的形态和生理	187
一、根瘤菌的形态特征	187
二、根瘤菌的生理特征	188
III. 根瘤菌的种及其在农业实践中的意义	189
IV. 根瘤菌在农业生产中发挥作用的的环境条件	191
第三节 非共生固氮作用	195
I. 固氮菌 (<i>Azotobacter</i>) 的形态和生理	195
II. 固氮菌在土壤中的分布	201
III. 固氮菌在农业生产中发挥作用的的环境条件	204
IV. 嫌气固氮菌和固氮极毛杆菌	209
一、嫌气固氮菌	209
二、固氮极毛杆菌	212
参考文献	212
第七章 土壤中无机养分的生物学转化	216
第一节 土壤中的硝化作用	216
I. 硝化作用的微生物	217
一、硝化细菌的种类	217

二、硝化細菌的生理特性	218
三、异养性的硝化微生物	220
II. 土壤中的硝化作用和人工硝土	221
一、硝墙造硝	222
二、大堆培养	223
第二节 土壤中的反硝化作用	223
I. 土壤中硝酸盐的变化及作用的微生物	223
II. 土壤中反硝化作用的动态	225
第三节 土壤中磷化物的生物学轉化	226
I. 含磷有机物质的分解	228
II. 无机磷化物的轉化	229
第四节 土壤中鉀的生物学轉化	233
第五节 土壤中硫化物的生物学轉化	235
I. 有机硫化物的分解	235
II. 无机硫化物的氧化	237
III. 硫酸盐的还原	239
第六节 土壤中鉄的生物学轉化	241
I. 有机鉄化物的分解	242
II. 亚鉄化合物的氧化	242
III. 鉄的还原	243
第七节 其他矿质元素的生物学轉化	244
I. 鈣的轉化	244
一、次生矿物——碳酸鈣的形成	245
二、难解性鈣化物的分解	245
II. 錳的轉化	246
一、錳的氧化	247
二、錳的还原	247
III. 砷的轉化	248
IV. 其他元素的轉化	249
参考文献	250
第八章 有机肥料中的微生物作用	254
第一节 堆厩肥	255

I. 高温堆制法原则·····	256
II. 高温堆厩肥中物质变化和微生物活动概况·····	259
一、发热阶段·····	263
二、高温阶段·····	265
三、降温阶段·····	267
四、腐熟(后熟)保肥阶段·····	268
III. 堆厩肥中接种微生物问题·····	269
一、堆制时接种措施·····	270
二、翻堆时接种措施·····	270
第二节 漚肥中的微生物活动·····	271
第三节 人工腐殖质肥料的制造·····	272
参考文献·····	273
第九章 根际微生物在植物生长中的意义·····	275
第一节 根际是微生物的特殊生态环境·····	275
第二节 根际微生物对植物的作用·····	279
I. 微生物对于植物营养的作用·····	279
II. 微生物对于植物的抑制作用·····	282
III. 拮抗微生物对于植物的保护作用·····	282
第三节 高等植物根系影响范围的划分·····	283
第四节 高等植物对根际微生物的影响·····	283
I. 高等植物对根际微生物数量的影响·····	283
II. 高等植物对根际微生物类型的影响·····	285
一、根瘤菌·····	288
二、固氮菌·····	288
三、巴氏固氮梭菌(<i>Clostridium pasteurianum</i>)·····	289
四、氨化细菌·····	289
五、硝化细菌·····	290
六、反硝化细菌·····	290
七、纤维分解细菌·····	290
八、能利用有机磷的细菌·····	290
九、真菌及其他微生物·····	291
第五节 根际微生物的活动在农业生产实践中的意义及其	

控制·····	291
参考文献·····	293
第十章 菌肥及抗菌素·····	297
第一节 菌肥及其在农业生产实践中的意义·····	297
I. 根瘤菌肥料·····	297
II. 固氮菌肥料·····	299
III. 磷细菌肥料·····	300
IV. 钾细菌(硅酸盐细菌)肥料·····	301
V. 混合细菌肥料·····	302
VI. 抗菌菌肥料·····	302
第二节 菌种的分离与选育·····	303
第三节 菌肥的制造方法·····	305
I. 土法制造菌肥的经验 and 具体操作过程·····	305
一、根瘤制品·····	305
二、固氮菌的泥面培制法·····	305
三、菌肥的大堆培制法·····	306
四、抗菌菌肥料的扩大繁殖·····	308
II. 液体和固体培制菌肥的方法·····	309
一、液体培制法·····	309
二、固体培制法·····	311
III. 菌肥干制品的培制方法·····	312
IV. 混合细菌肥料的培制法·····	312
V. 培制菌肥的培养基种类及代用品·····	313
一、根瘤菌培养基种类·····	313
二、固氮菌培养基种类·····	314
三、磷细菌培养基种类·····	314
四、钾细菌培养基种类·····	315
VI. 菌肥质量的检查·····	316
第四节 菌肥的使用方法·····	318
I. 保证菌肥有效性的基本条件·····	318
II. 使用菌肥的方法·····	320
第五节 抗菌菌肥料的培制法及其在农业生产上的应用·····	321

I. 5406 抗菌菌肥料的培制法	321
一、菌粉母剂培制法	322
二、餅土母剂培制法	323
II. 5406 抗菌菌肥料的使用	323
第六节 农用抗菌素的提制及其在农业生产上的应用	324
I. 1013 抗菌素的提制及菌液的簡法制造	324
一、1013 抗菌素的提制方法	324
二、1013 抗菌素液的簡法制造	325
II. 1013 抗菌素在农业生产上的应用	326
参考文献	327
第十一章 深耕、施肥及有关农业措施对土壤微生物活动及 养分变化的影响	329
第一节 有机肥料和深耕对土壤肥力的影响	329
第二节 深耕結合施肥措施对旱地土壤微生物活动的影响	332
第三节 深耕、施肥对水稻土土壤微生物的影响	337
第四节 深耕深度对土壤微生物区系和作物产量的关系	339
参考文献	341

第一章 土壤中微生物的作用及其研究概况

第一节 微生物在土壤养分转化中的作用概况

党中央和毛主席提出国民经济发展应该以农业为基础的指示后,在全国各地掀起了一个全党全民大办农业、大办粮食的新高潮。农业工作者正在这种形势下,满怀信心地、全力投入这更快地发展农业、更多地增产粮食的伟大斗争。

微生物在全国农业发展纲要四十条的十二项增产措施的各方面,都具有不容忽视的作用。首先,它们的活动与农作物生长的基地——土壤——有密切的联系。“土”已被总结在农业“八字宪法”中,是农作物生长的基地。耕地土壤中的养分转化与不断丰富提高,除去部分是由纯化学作用进行的以外,主要是通过土壤中的生物学活动来进行的。每克耕作层土壤中含有的微生物数量,一般常是几亿个到几十亿个。在植物根系生长的耕地土层中,这些小生物不断进行着各种或快或慢的养分转化作用,分解各种有机物质,释放出其中含有的营养元素,并对土壤中无机化合物进行不同方式的转化,这些作用经常给农作物的生长发育,提供适当的养分来源。例如:土壤的复杂异养微生物类群能分解施入耕地中的有机肥料,释放出有机物质中含有的氮、磷等养分;土壤中的固氮微生物类群也能将空气中的氮气改变成作物可以吸收利用的氮化物;这些活跃的土壤生物学活动,都对植物的土壤养分的供应有着良好的作用。此外,土壤微生物生命活动形成的各种产物,也创造着植物生长的许多土壤特殊条件,象: CO_2 、 H_2 、 H_2S 、热量、各种有机酸、醇、抗菌素、维生素、刺激素等等;这些物质或是改变营养和氧化还原条件,或是刺激与抑制植物生长,或是形成与破坏了土壤结构,改变了土壤孔隙率。总起来说,这些微生物活动显著影响

着土壤中的水、肥、热、气等条件。

各种农业增产技术措施,象:土壤耕作、施肥、密植、灌溉、管理、间作、套种以及各种改良土壤的农业技术措施,都不同程度地影响着土壤理化特性的改变和土壤生物的生命活动变化,以及它们对养分转化的作用。这些影响,无论是促进或是抑制着某些土壤微生物类群的活动,都决定着土壤肥力因素的改变。这些农业技术措施特别显著地影响着作物根周围聚集着的大量根际微生物,促使这些微生物类群加强对作物直接供应各种养分,或是在根周围刺激植物的生长、发育;在农业技术措施影响下,也可能抑制根际中某些特殊微生物产生的毒素,或减轻某些植物病原微生物对作物的不利作用。

大办农业、大办粮食的重要关键之一,是大搞肥料,肥料在作物生长发育中提供着植物需要的大部分养料,所以“肥”也是“八字宪法”的主要内容之一。肥料包括有机肥料和无机肥料两大类,其中有机肥料是我国农村的主要肥源。此外,各地公社中也常应用着各种有益微生物制成的菌肥。在有机肥料和菌肥这两类重要肥源以及部分土化肥的制造过程中,或是在土壤中施用各类肥料时,实质上都是控制土壤微生物类群,进行着养分的旺盛转化,提供农作物生长发育需用的营养。

这些微生物活动的情况,正说明了土壤微生物在农业“八字宪法”各项措施的具体贯彻中,有着不容忽视的重要意义。

第二节 土壤微生物学发展简史

人类在从事农业生产劳动中,早就接触到了各种各样的微生物活动,并在农业生产的几千年劳动过程中累积了丰富的应用微生物活动的经验。但是由于微生物形体微小,真正发现这些小生物并认识到这些生物作用的实质,则是在资本主义发展到有一定工业基础的时期,也就是到了制成显微镜后,许多相关科学有了相应的发展时,微生物才成为人类可以更深入地、有目的地定向控制利用的对象。至于在农业生产中接触并利用某些微生物的自然活

动,則是远在沒有看到微生物形体、沒有詳細历史記載以前的事。

中国是世界上最早进行农业生产的国家之一,我国劳动人民远在几千年前就接触到土壤和肥料各方面的处理措施和其中的微生物活动,积累了丰富的生产知識。例如,最早的古代文献:“禹貢”、“管子”、“齐民要术”中,都記載并反映着古代农民認土、用土的经验,这些熟化土壤的形成和控制应用,与对土壤生物活动的控制并应用是不可分的。至于农业生产方面,多年广泛应用的各种积肥、造肥技术措施中,我国农民也累积着丰富的生产經驗。例如,在“汜胜之书”、“齐民要术”中都詳細記載着积肥、施肥方法,特别是“齐民要术”对当时有机肥料的制法之一——踏粪法——有詳細記載,正說明当时我国农民已經能根据土壤微生物在肥料中活动情况及条件,适应生物活动要求,加速厩肥的腐熟。此外,如四千年前,我国已有发达的酿酒經驗;三千年前,已經知道怎样預防天花。我国的最早几部农书中,已經載明用豆科植物肥田,湿热与种子敗坏的关系,酸浆水(酢浆)浸种、制曲、做醋、做泡菜等等;这些都充分說明我国农民应用微生物活动的丰富生产經驗。当然这些古代的記載远不能反映出丰富农业生产經驗的百万分之一。許多农业生产經驗、重要的操作技术,大都沒有甚么笔墨的記載,主要是世代相传,包含在农民的常年生产技术措施中。

在解放前几千年中,由于社会发展前后处于奴隶社会、封建社会、以及半殖民地半封建社会,工农业生产和科学文化是不能获得真正迅速的发展。广大农民在生产中应用微生物的经验,也不可能得到系統整理、总结与提高。只有在全国解放后,在党的英明领导下,工农业生产不断持續跃进中,农民生产經驗真正得到了广泛的重視,并在新的生产条件下不断提高。在各級党委领导下,各种生产經驗获得了广泛的科学的系統总结。在我国社会主义建設中,广泛运用微生物活动的农民生产經驗,正不断在生产中提高,成为爭取农业丰产中日益強大的物质力量。

从全世界的社会和科学发展历史看来,在封建主义統治着世界絕大部分地区的一千多年中,最早动摇封建主义社会的资产阶

級革命,是发生在 16—17 世紀的荷兰和英国。由于新兴資本主义国家的航海和商业的发展,提出了迅速发展光学技术的要求,也促进了显微鏡的制成。1695 年,荷兰的呂文虎克(Antony van Leeuwenhoek)发表了人类最早对自然界的微生物所进行的观察。

十九世紀中叶,随着欧洲資本主义的发展,特别是农产品加工业的发展和医药卫生保健对預防传染病的要求,在化学和有关生物学发展的基础上,将微生物的发酵作用以及其他生理活动,与显微鏡下看到的微生物种类联系起来。一方面解决了酿造工业提出的酿酒和酒变坏的生物学实质,另一方面給人和家畜传染病的防治提出了充实的根据。由于这个时代許多有关工作者在生产实践和技术革新及改进方法方面的劳动,微生物学才开始发展成为一門独立的学科。近几十年来,在社会主义陣营中,由于工农业的迅速发展,这門科学所包括的范围和在生产实践中的作用已空前扩充和壮大了。这門科学的一个主要分支——土壤微生物学,也是在最近几十年中迅速发展起来的。

1919 年“五四运动”后,我国的少数生物科学工作者曾在农民丰富生产經驗的基础上,研究并总结了一些微生物活动的应用問題。例如:总结了各种农产品和食品加工过程中的微生物活动,試驗了堆肥制造中的細菌接种、豆科植物根瘤菌作用等問題。也简单分析了某些地区的土壤微生物(固氮菌、真菌)分布情况。但是,这些工作的成果在当时农业生产中不可能起什么作用,更談不到迅速发展与提高。农业微生物学方面的工作,主要是在解放后的社会主义建設中迅速发展起来的。

第三节 目前我国土壤微生物学发展概况

建国十余年来,在党中央的堅强、英明领导下,工农业持續飞跃地发展着。微生物学的工作在紧密結合生产实践需要中,也突飞猛进地空前发展着。生产实践中的許多有关微生物的科学技术問題,在系統整理、总结提高的基础上迅速推广。許多微生物学工作的新成就,也在各地党委领导下于生产中迅速生根发芽,成为农

业生产中的重要措施。微生物学的这种迅速发展的特点是和其他农业科学发展情况一样的。特别是在1958年以来,在总路线、大跃进、人民公社三面红旗的光辉照耀下,更史无前例地高速度地开展起来。在社会主义农业建设中,最先受到广泛注意的土壤微生物学工作,是适应作物生长发育和增产需要,在党的大力发掘肥源的号召下,逐渐发展成大規模生产的菌肥(細菌肥料)。在菌肥中应用最早、最广的是:固定空气中分子态氮成氮化物,来供应植物所必需的氮素营养的根瘤菌和固氮菌。

早在1950年,东北开始进行了大豆根瘤菌的研究工作,华北开始了花生根瘤菌的研究,1953年在这些地区就开始了根瘤菌肥料的推广工作。以后在华中、华南也开始应用根瘤菌,并对豆科綠肥作物推广了根瘤菌的接种。接种根瘤菌的豆科作物,一般都获得了增产的效果。

由于根瘤菌只能在豆科作物根上发挥良好的增产效果,而許多其他作物也迫切需要氮素养分的供应,为着更大規模地发掘微生物在土壤氮素供应中的潜力,土壤中能独自生存而固定氮素的自生固氮的微生物类羣也得到了注意。其中特别广泛研究并应用的固氮微生物是固氮菌(*Azotobacter*),自1952年开始試用这类細菌作为肥料并初步証明增产作用后,已开始在各地推广。

除去利用微生物增加土壤氮素供应外,同时也研究了对土壤磷、鉀等养分供应有良好作用的微生物。1954年,在东北土壤中分离出能分解土壤中含磷有机物质,来增加土壤磷素养分供应的磷細菌,在証明效果后,开始試用,目前已成为当地的主要菌肥之一。鉀細菌(硅酸盐細菌)方面也进行了多方面的試驗,最初用来混加到固氮菌或根瘤菌肥料中,增加这些菌肥的效果。在河北省张家口专区,曾推广过单用鉀細菌做成的菌肥。同时陆續出現新的菌肥,如:防治作物病害并刺激作物生长的抗生菌肥料、水稻田中有增产作用的丁酸細菌肥料等。

党中央和国务院在“一九五六年到一九六七年全国农业发展纲要”中,明确地指出了“积极发展細菌肥料”的具体任务。在1958