

土壤生物化学

[美] A.D. 麦克拉伦 G.H. 波得森 J. 斯库金斯 E.A. 保罗著

闵九康 关松荫 王维敏等译

高惠民 闵九康 朱大权等校

农业出版社

81.125
152

土 壤 生 物 化 学

【美】A. D. 麦克拉伦 G. H. 彼得森
J. 斯 库 金 斯 E. A. 保 罗 著

闵九康	关松荫	王维敏	王涌清
朱大权	唐文华	关振声	庞志中
刘寄陵	程桂荪	沈育芝	张大弟
金维续	姚瑞林	岳莹玉	
高惠民	闵九康	朱大权	唐文华
王维敏	庞志中	程桂荪	陶天中

440.159

农 林 出 版 社

内 容 简 介

本书选译1967—1975年美国出版的《土壤生物化学》丛书1—4卷,共31章。第1卷选译14章,重点介绍土壤生物化学的范围及理论基础。第2卷选译8章,论述土壤中有机的生物化学特性及其转化,以及土壤生物化学最新研究方法。第3卷选译4章,把土壤看作是一个独立的生态系统或亚系统,它包括稳定性酶、活机体、有机质和无机胶体成分的反应。第4卷选译5章,广泛收集了有关农药与氨基酸类在土壤中转化,通过对生态系统中氮、磷转移的微生物学与生物化学的讨论详细阐明了环境因子,特别是土壤因子的重要意义。

本书可供土壤肥料、农业科技工作者和农业院校师生阅读参考。

SOIL BIOCHEMISTRY

Edited By

A. Douglas McLaren

George H. Peterson

Vol. I—IV

MARCEL DEKKER, INC., New York

土 壤 生 物 化 学

〔美〕 A.D. 麦克拉伦 G.H. 彼得森 著
J. 斯库金斯 E.A. 保罗 著

闵九康 关松荫 王维敏等译

高惠民 闵九康 朱大权等校

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092 毫米 16开本 39印张 967千字

1984年12月第1版 1984年12月北京第1次印刷

印数 1—5,200册

统一书号 16144·2753 定价 5.95元

译 序

近年来,随着科学技术的不断发展,土壤科学中的一门分支科学——土壤生物化学也有了许多新的进展。土壤中的生物化学过程是土壤发生和发育的重要步骤,它与土壤肥力、作物生长、环境保护等有着密切的关系。

土壤生物化学的范围相当宽广。它包括土壤中的腐殖质、碳水化合物、氮化合物、有机酸、有机磷的分解和合成,酶的来源与功能,微生物的代谢,能量的转移,农药和除莠剂的分解途径等等。探索这些物质的转化和积累以及它们在农业生产中的意义,是土壤科学的重要任务之一。所以,土壤学家以极大的注意力转向土壤中的生物化学过程,从而逐步构成了土壤生物化学这门分支科学。目前,全世界关于土壤生物化学的专著、杂志、论文以及评论浩如烟海,以致很难选择一本有代表性的著作来作为我们入门的对象和重要的参考资料。

我国的土壤生物化学科学,虽然有了相当的发展,但仍然比较落后,为了推动这方面的工作,我们选择了A.D.麦克拉伦、G.H.彼得森、J.斯库金斯以及E.A.保罗编著的这套四卷本《土壤生物化学》。它是目前世界上土壤生物化学专著中最著名的一套丛书。此书的撰稿者大多是在本领域有成就的科学家,他们来自美国、西德、英国、加拿大、澳大利亚、苏联和日本等国。每篇论文都是专家们根据自己多年的研究实际,并广泛参照同行们的成果写成,内容充实,材料丰富,颇有特色,值得一读。全书共有四卷,分别于1967年、1972年和1975年出版,共有44章。第一卷17章,第二卷15章,第三卷6章,第四卷6章。第一卷重点介绍土壤生物化学的范围及理论基础,并回答了土壤中的一些有机质问题,继而讨论活机体内及细胞外的土壤环境中所发生的生物化学能量关系,以及代谢产物的反应和作用。涉及的范围从经典论题扩大到包括商业提供的土壤物质,尤其是酚及除莠剂等物质。第二卷重点论述土壤中有机物质的生物化学特性及其转化,以及土壤生物化学的最新研究方法,而且对土壤中的铁和微量元素的生物化学也作了颇为详细的讨论。第三卷把土壤看作是一个独立的生态系统或亚系统,它包括稳定性酶、活机体、有机质和无机胶体成分的反应。并以数学模型赋予某些在其他方法下只能是附会和任意为之的参数以有意义的内容。此外,还较详细地讨论了渍水土壤中的微生物代谢,微生物生长与碳素循环等问题。第四卷广泛收集了有关农药与羧酸类在土壤中的转化,通过对生态系统中氮、磷转移的微生物学与生物化学的讨论,详细阐明了环境因子,特别是土壤的重要意义。同时论述了在某些方面已经有所刷新的腐殖质的生物化学,并叙述了采用人工聚集体——酶基质模拟土壤酶系统而做的多方面努力。

由于全书篇幅很长,因此只能根据我国当前科研工作的实际需要,从全书中选译了31章,其中第一卷14章,第二卷8章,第三卷4章,第四卷5章。当然,这是一种不甚完善的办法,特别是关于土壤生物化学的一些研究方法以及与环境有关的某些重要问题,如酚,去垢剂的分解等未能译出。我们希望今后有机会再将这部分或另选一本更为合适的书籍译出,以作为《土壤生物化学》一书的补充。

由于译者水平有限,错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

译者

1982年6月于北京

目 录

译序

第 一 卷

序	3
第一章 陆地土壤生物化学导论	4
1—1 土壤生物化学总论	4
A 土壤的生态条件	4
B 土壤的某些代谢过程	6
C 土壤有机质和土壤结构	7
D 土壤中酶的作用	7
E 土壤发育	8
1—2 土壤中一些有机物质的种类	8
A 酶	8
B 有机氮化合物	9
C 有机硫化合物	10
D 有机磷化合物	10
E 碳水化合物	10
F 腐殖质	10
1—3 有关土壤中生命活动检测的评论	11
参考文献	12
第二章 氮的化合物	14
2—1 引言	14
2—2 氮存在状态的分析	16
2—3 有机氮化合物	19
A 氨基酸	19
B 氨基糖	23
C 嘌呤和嘌呤嘧啶	24
D 其他化合物	26
2—4 提取和分离	27
A 提取	27
B 分离	29
2—5 理论	31
A 生物稳定性	31
B 形成作用	33
参考文献	38
第三章 核酸、衍生物及有机磷酸盐	46
3—1 引言	46
3—2 核酸及其衍生物	46
A 核酸的特性	46

B 土壤浸提液中核酸组分的沉淀	49
C 色谱法和分光光度法在土壤产物分析方面的应用	50
3—3 肌醇磷酸盐	51
A 土壤肌醇磷酸盐的性质	52
B 肌—肌醇磷酸盐的来源和特性	53
C 土壤肌醇磷酸盐的分离和鉴定	54
3—4 磷脂	57
3—5 未确定的酯	58
3—6 土壤有机磷酸盐的测定	58
参考文献	59
第四章 碳水化合物	62
4—1 引言	62
4—2 来源	62
4—3 分类	63
4—4 分离和组成	63
A 游离的碳水化合物	63
B 纤维素	64
C 半纤维素	66
D 糖醛酸	66
E 氨基糖	67
F 容易水解的碳水化合物	67
G 总碳水化合物	69
4—5 转化和分解	71
4—6 鉴定方法	73
A 水解法	73
B 色谱法	73
C 红外光谱法	74
D X-射线衍射分析法	74
E 电泳法	75
4—7 意义	76
A 多糖	76
B 细菌胶和粘胶	76
C 糖类	76
D 单糖	76
E 磷	76
F 纤维素和半纤维素	77
4—8 摘要及结论	77
参考文献	77
第五章 土壤中的有机酸	81
5—1 引言	81
5—2 生物系统中有机酸的形成	81
5—3 土壤中有机的分布	84
A 研究的历史	84
B 通气土壤中的有机酸	84
C 渍水土壤中的有机酸	87
D 根分泌物中的有机酸	88
E 土壤中的植物生长素	89

F 表面枯枝落叶层中的有机酸	89
5—4 有机酸对土壤发生学的作用	90
A 螯合反应	90
B 岩石风化与矿物质运转	94
5—5 小结	95
参考文献	95
第六章 土壤中的自由基	100
6—1 引言	100
6—2 非成对电子自旋体的探测方法	100
A 磁化率的测量	101
B 电子顺磁共振波谱分析法	102
C 电子顺磁共振与磁化率测量的比较	104
6—3 土壤中的基类	104
A 土壤有机质的腐殖质部分	104
B 土壤有机质中的非腐殖酸部分	107
C 固体钠盐的形成效应	110
6—4 腐殖质部分中稳定基类的特性	110
A 半醌聚合物	111
B 吸附络合物	111
C 羟基醌	111
D 多核烃	112
E 截留基 (Trapped Radicals)	112
6—5 土壤中基的可能作用	113
参考文献	113
第七章 土壤生物化学中的能量关系	116
7—1 能量因素	118
7—2 光合作用	120
7—3 呼吸作用	121
7—4 发酵反应	121
7—5 化能自养反应	124
参考文献	127
第八章 氮素循环	128
8—1 硝化作用	129
8—2 微生物对氮素的还原作用	131
8—3 腐殖质的形成	135
8—4 氮素固定作用	137
参考文献	139
第九章 土壤中有机磷的代谢作用	141
9—1 引言	141
9—2 矿化作用	142
A 磷酸酶的活性	142
B 土壤有机磷的矿化作用	144
C 加入的有机质的矿化作用	145
9—3 形成作用	146
参考文献	147
第十章 硫的有机化合物	150

10—1 引言	150
10—2 硫化合物的代谢	155
A 有机硫化物的合成作用	155
B 有机硫化物的分解作用	158
10—3 结语	166
参考文献	166
第十一章 木质素与腐殖酸	172
11—1 引言	172
11—2 木质素	172
A 化学结构	172
B 微生物的降解作用	174
11—3 腐殖质复合体	179
A 富里酸	179
B 胡敏素	180
C 腐殖酸	180
D 腐殖质的生物分解作用	185
参考文献	186
第十二章 土壤中除莠剂分解的生物化学	189
12—1 引言	189
12—2 苯氧烷基羧酸类 (phenoxyalkanoic acids)	189
12—3 苯基氨基甲酸酯类 (phenylcarbanates)	192
12—4 苯基脲类 (phenylureas)	194
12—5 氯代脂肪酸类 (chlorinated aliphatic acids)	196
12—6 均三氮苯类 (s-Triazines)	197
12—7 甲基胺类和乙酸酰胺类 (Toluidines and AceTamids)	199
12—8 杀草强 (Amitrole)	200
12—9 二吡啶类 (Dipyridyls)	201
12—10 除莠剂降解的生态学和微生物学	202
12—11 结论	203
参考文献	203
第十三章 土壤中的酶	206
13—1 引言	206
13—2 历史	207
13—3 研究方法	208
A 土壤灭菌	208
B 土壤贮藏	211
C 热处理	212
13—4 酶的特征与测定	212
A 氧化还原酶类	216
B 转移酶类	217
C 水解酶类	218
D 裂解酶类	222
13—5 土壤酶的来源	222
13—6 土壤中酶的状态	224
13—7 酶的提取	226
13—8 应用	226
参考文献	228

第十四章 根际微生物学和生物化学特性	236
14—1 引言	236
14—2 根际微生物区系数量变化的测定	236
14—3 根面和根际微生物区系的直接观察	237
14—4 根际效应的性质	239
A 数量的特性	239
B 种类的特性	240
C 根际的范围	243
D 植物年龄对根际微生物区系的影响	244
14—5 影响根际效应的因子	244
A 根细胞脱落的碎片	245
B 根的分分泌物	245
14—6 根际研究中 ^{14}C 的应用	248
14—7 根表的粘胶物质	250
14—8 植物根和微生物分泌的细胞外酶	252
A 植物根分泌的细胞外酶	252
B 微生物分泌的细胞外酶	253
14—9 根际微生物的活力	253
A 呼吸作用	253
B 氨化作用	254
C 硝化作用	255
D 反硝化作用	255
E 磷酸盐的释放	256
F 多糖的产生	257
14—10 根际微生物对植物的影响	257
A 根的发育	257
B 根汁液的成分	258
C 营养的摄取	258
D 生理发育和作物产量	259
14—11 根际微生物区系的变更	260
A 种子和根的接种	260
B 叶面喷雾	261
14—12 结论	261
参考文献	261

第 二 卷

序	267
第十五章 陆地土壤生物化学的发展趋势	268
15—1 土壤—植物—动物—微生物生态系统	268
15—2 生物组织降解过程和土壤中的酶的作用	272
15—3 极端条件下微生物的生活	275
参考文献	275
第十六章 腐殖质的胶体化学性质	278
16—1 引言	278
16—2 颗粒的大小、形状和结构	279
A 颗粒的大小	279
B 颗粒的形状	280

C 颗粒的结构	280
16—3 与水有关的特性	281
A 干燥时的收缩和在水中的再膨胀	281
B 对水汽的吸着作用	283
16—4 离子交换特性	284
A 电位滴定研究	285
B 离子交换法	287
16—5 结语	289
参考文献	289
第十七章 腐殖质的化学和生物学特性	292
17—1 引言	292
A 定义	292
B 最近评论	293
17—2 腐殖质的分离和分级	293
A 碱性系统	293
B 酸性系统	294
C 其他提取系统	294
D 分级方法	295
17—3 腐殖质的降解	296
A 酸水解	296
B 碱水解	296
C 氧化作用	297
D 还原作用	297
E 其他降解技术	298
F 降解技术的评价	299
17—4 功能团的分析	299
A 总酸度	299
B 羧基团	300
17—5 腐殖质合成和降解的生物学	300
A 腐殖质化	300
B 典型类腐殖质的生物合成	301
C 生物降解	302
D 腐殖化的假说	302
17—6 结论要点	303
参考文献	304
第十八章 不同土壤类型中酶的活性	307
18—1 引言	307
18—2 酶活性的测定方法	308
18—3 不同土壤类型中酶的活性	312
A 生草灰化土	312
B 泥炭沼泽土	316
18—4 讨论与结论	321
参考文献	323
第十九章 土壤多糖的生物化学	326
19—1 引言	326
19—2 土壤中单糖的构型和结构	327
19—3 土壤环境中的多糖	329

A 什么是多糖?	329
B 植物的多糖	329
C 动物和昆虫的多糖	331
D 细菌的多糖	332
E 真菌的多糖	333
F 藻类的多糖	334
G 土壤动、植物区系对土壤多糖含量的作用	334
19—4 土壤多糖的浸提、提纯和结构	335
A 土壤碳水化合物含量	335
B 土壤多糖的浸提	336
C 土壤多糖的提纯	336
D 土壤多糖的结构	338
19—5 多糖生物合成和降解的过程	339
A 引言	339
B 单糖的生物化学来源和转化	340
C 多糖的生物合成	344
D 多糖的非酶降解作用	349
E 多糖的酶降解过程	351
F 关于纯体系的结果外推到土壤环境中的问题	353
19—6 多糖在土壤中的作用	356
19—7 摘要	358
参考文献	358
第二十章 微生物对杀虫剂的代谢作用	368
20—1 引言	368
20—2 末端残留概念	369
20—3 杀虫剂在环境中的分布和移动	369
20—4 微生物对杀虫剂的代谢作用	370
A 氯化烃杀虫剂	370
B 有机磷及氨基甲酸酯杀虫剂	375
20—5 土壤中微生物与杀虫剂的关系	376
A 对微生物种群的影响	376
B 有关生态的考虑	376
20—6 结论	377
参考文献	377
第二十一章 土壤中微量元素的生物地球化学	380
21—1 引言	380
21—2 微生物对一些微量元素的作用	381
A 第五族元素	381
B 第六族元素	383
C 钒	387
D 锰	387
E 钴	389
F 镍	390
G 铜	390
H 锌	392
I 钼	392
J 碘	393

21—3 结论	393
参考文献	393
第二十二章 土壤中铁的生物化学	397
22—1 引言	397
22—2 铁细菌	397
A 铁细菌的主要类群	397
B 氧化二价铁 (Fe^{2+}) 的细菌	398
C 分解有机铁化合物的微生物	400
22—3 土壤中铁的转化	401
A 土壤矿物中铁的移动	401
B 微生物对有机铁化合物的分解	402
C 由微生物活动形成的铁磐	404
D 微生物活动对土壤形态及灰壤发育的影响	405
E 潜育形成过程的微生物学	406
22—4 结论	409
参考文献	409

第 三 卷

序	415
第二十三章 土壤亚系统的生物化学	416
23—1 引言	416
23—2 植物—微生物之间的关系	416
A 关于植物的影响	417
B 关于微生物的影响	418
C 关于土壤呼吸的影响	419
23—3 土壤—微生物之间的关系	419
A 实验模式	419
B 田间的解释	422
23—4 土壤酶	422
23—5 土壤中分解者循环的研究	423
A 微生物活性的测量	424
B 微生物的生长量	425
C 微生物生长的本质	427
23—6 结语	430
参考文献	431
第二十四章 土壤生态系统的系统分析	435
24—1 引言	435
A 系统分析	435
B 土壤生态系统	437
24—2 水分循环	439
A 水分循环的模拟与土壤生态系统	439
B 专门模型	439
C 土壤水分平衡模型的特点	442
24—3 生物地球化学循环	446
A 元素循环的模拟与土壤生态系统	446
B 专门模型	446
C 生物地球化学循环系统分析的特点	452

24—4 能量流	453
A 能量流的模拟与土壤生态系统	453
B 专门模型: ^{14}C	454
C 能量流模型的特点	455
24—5 结论	456
参考文献	457
第二十五章 渍水土壤的微生物代谢	460
25—1 引言	460
25—2 渍水水稻土的发生环境	460
25—3 渍水土壤中的好气呼吸作用	461
25—4 渍水土壤中的嫌气呼吸作用	463
A 硝酸盐还原作用	463
B 锰的还原作用	464
C 铁的还原作用	464
D 硫酸盐还原作用	464
E 二氧化碳的还原作用	465
F 其他元素的还原作用	465
25—5 渍水土壤中的发酵作用	465
A 有机质的发酵作用	466
B 气体代谢	467
25—6 渍水土壤中杀虫剂的降解作用	468
A 有机氯杀虫剂类	468
B 有机磷杀虫剂类	470
25—7 渍水土壤中水稻的根际	471
A 根际的氧化、还原特点	471
B 矿物质的转化	472
C 无机毒素和有机毒素	473
参考文献	474
第二十六章 微生物生长与碳素转化	481
26—1 引言	481
26—2 碳素循环	481
26—3 微生物生长与能量的关系	481
A 能源	484
B 能源分布	484
C 生长方式	485
D 微生物的效能和生长	485
26—4 微生物生长和植物生产率	486
A 植物生产率的估算	486
B 微生物生物量的估算	487
26—5 微生物生长的基质控制	487
A 微生物生长的动力学	487
B 土壤微生物生长方程式	488
C 微生物细胞转化	489
26—6 微生物呼吸和碳素转化	490
A 土壤中二氧化碳的释放速率	490
B 从二氧化碳的释放来估算微生物转化	490
C 土壤吸氧率	491

D 从氧气的吸收估算微生物的转化.....	492
26—7 加入土壤的基质和微生物组织中 ¹⁴ C的转化	492
A 葡萄糖与葡聚糖.....	492
B 微生物的分离物.....	494
参考文献	495

第 四 卷

序	501
第二十七章 生态系统中氮的迁移.....	502
27—1 引言.....	502
27—2 氮在全球的分布和转移.....	502
27—3 生物圈氮在全球的分布和转移.....	507
27—4 自然生态系统中氮的分布、转移和转化.....	510
参考文献	513
第二十八章 磷的生物化学和循环.....	518
28—1 引言.....	518
28—2 活体中的磷.....	518
A 磷在生命过程中的独特功能	518
B 磷在植物营养和生理学中的重要性.....	519
28—3 土壤系统中的有机磷.....	520
A 成分和数量	520
B 磷的数量与其它成分的关系	523
C 土壤中有有机磷的一些反应	524
D 土壤有机磷的鉴别和特性研究的进展和展望	527
28—4 土壤有机磷在磷循环中的作用.....	528
28—5 结论.....	531
参考文献	531
第二十九章 土壤系统中的氧膦酸	534
29—1 引言.....	534
29—2 氧膦酸类的化学.....	534
29—3 有机体形成的氧膦酸.....	535
A 一氧膦酸盐类	535
B 二氧膦酸盐类	537
C 三氧膦酸盐类(铁络素)	540
29—4 土壤中氧膦酸的可能作用.....	543
A 生长因素	543
B 铁的螯合与运输.....	544
C 抗菌素类	547
D 硝化作用	547
E 脲酶抑制作用.....	548
F 培养用底物	549
参考文献	549
第三十章 腐殖质——酶系统和合成的有机聚合体——酶类似物.....	555
30—1 引言.....	555
30—2 土壤腐殖质化合物和有关物质的性质.....	555
A 腐殖酸和富里酸.....	555
B 单宁	556

C 木质素	558
D 黑素	558
30—3 腐殖质和天然类似物与氨基酸、蛋白质的相互作用	558
A 酚、醌与氨基酸的相互作用	559
B 酚、醌与蛋白质的相互作用	560
C 单宁与蛋白质的相互作用	561
D 木质素与蛋白质的相互作用	562
E 腐殖酸与蛋白质的相互作用	562
30—4 腐殖质化合物和有关物质与酶的相互作用	563
A 单宁对酶活性的影响	563
B 黑素对酶活性的影响	564
C 腐殖酸和富里酸对酶活性的影响	564
30—5 合成的有机聚集体—酶衍生物的制备和性质	566
A 制备	566
B 性质	568
30—6 腐殖质—酶系统与土壤环境的关系	573
参考文献	576
第三十一章 腐殖质的生物化学	582
31—1 引言	582
31—2 土壤中的降解反应	582
A 植物总体的降解作用	583
B 碳水化合物的降解作用	583
C 氨基酸化合物的降解作用	584
D 酚类成分的降解作用	584
31—3 土壤中的合成反应	589
A 植物总体及植物成分向腐殖质的转化过程	589
B 微生物色素的形成与腐殖质合成的关系	590
C 微生物酚类聚集体形成的生物化学	593
31—4 粘土矿物对土壤微生物形成腐殖质过程的影响	598
31—5 评论和结论	599
参考文献	601

第 一 卷

