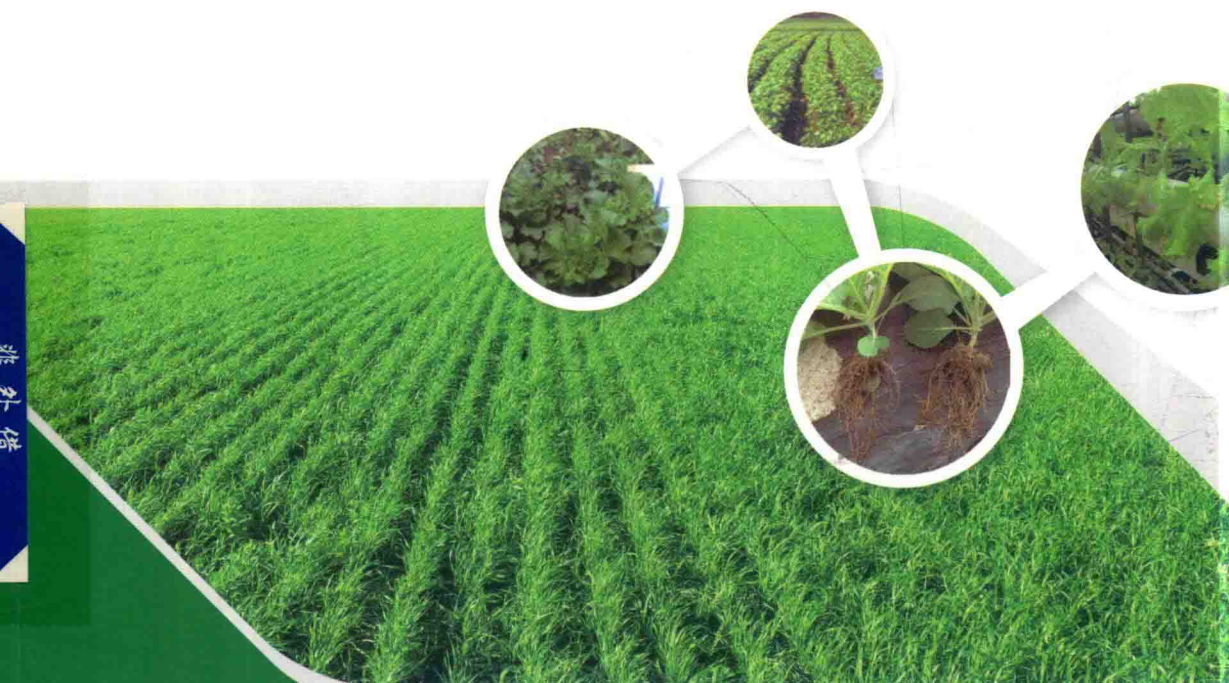


SHENGWU FUZHISUAN
YU YOUJI TANFEI

生物腐植酸 与有机碳肥

第二版

李瑞波 吴少全 编著



化学工业出版社

生物腐植酸 与有机碳肥

第二版

李瑞波 吴少全 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书在第一版的基础上,以生物腐植酸与有机碳肥为主线,对传统化学植物营养学和土壤肥料学进行了深入讨论,在提出了构建“阴阳平衡”肥料工业和施肥方针思考的同时,系统介绍了利用有机废弃物生产有机碳肥的工艺技术,并进一步剖析了植物有机碳营养工业化生产的前景和意义。

本书适合从事农业生产和肥料制造人员阅读,也可作为各级政府农业和环保管理部门人员,以及农业大专院校、科研院所师生的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

生物腐植酸与有机碳肥/李瑞波,吴少全编著. —2版.
北京:化学工业出版社,2018.10
ISBN 978-7-122-32756-7

I. ①生… II. ①李…②吴… III. ①有机肥料-腐植酸 IV. ①S141

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第171855号

责任编辑:刘军
责任校对:王静

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印装:河北鹏润印刷有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张14½ 字数236千字 2018年11月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:68.00元

版权所有 违者必究

前言

笔者 2014 年在化学工业出版社出版的《生物腐植酸与有机碳肥》一书，至今已四年多了。实事求是讲，此书有点“另类”，引起了一些争议。但其受关注受欢迎的程度，在当下的涉农书籍中也是罕见的。有鉴于此，应广大读者要求，当出版社提出希望修订再版时，我欣然答应配合。正好这几年又经历了很多实践，获得了许多新经验，产生了不少新认识，正好可利用编写第二版的机会补充进去。相信这也是新老读者们所期待的。

第二版与第一版相比，有如下变化：

(1) 章节重新编排，使作品条理更清晰，层次更合理。

(2) 将土壤功能和土壤修复的相关内容放在第一章，力图使从事农业的人们重视研究土壤，关注土壤肥力的核心物质——碳养分。文中重点表达了这样的观点：对于土壤修复而言，碳不是万能的，但缺了碳是万万不能的。

(3) 修改了一些重要概念：给碳正名确位。碳是生命之本，水是生命之源。但传统理论对植物必需营养元素的排序，将碳与氮、磷、钾同列为“大量元素”。这背离实际，主次不分，造成农业理论和技术方针的诸多失误。应该为碳正名，称其为“植物必需的基础元素”。

第一版把有效碳英文简写表达为 EC，此简写与“电解质”的英文简写重了，可能引起理解偏差，经与多位学者交流，比较一致的意见是表达为“有效有机碳”，英译

为 available organic carbon, 中文简称仍为“有效碳”, 英文简写为 AOC。

(4) 提出了一些重要的新概念和新规则。将“土壤肥力阴阳平衡动态图”编入书中, 希望以此图及其衍生的公式 $w = w_0 \frac{2RM}{EF}$, 取代已经过时的植物养分“木桶法则”, 作为造肥用肥的指导原则。

研究农业生态应秉持“系统论”思维。农业生态系统是地球生态循环系统的重要组成部分。农业生态系统又由许多子系统所组成。各系统的运行都遵循着“阴阳平衡”的规律。一旦平衡被打破, 系统就会崩溃。而维系“阴阳平衡”运动的能量物质就是碳。

提出了“富碳农业”技术方针。富碳农业包括“天补”和“地补”。“天补”就是提高农作物环境 CO_2 浓度和补光能, “地补”就是对耕地实行多渠道多层面的碳覆盖。“天补”加“地补”配合, 农作物产量可翻番。

(5) 对我国肥料产业结构改革提出了更明确的方向, 就是制造以碳为母体的“阴阳平衡肥”。

(6) 第二版在农业循环经济方面着墨较多。论证了农业循环经济关系到土壤修复, 关系到环境保护, 关系到粮食安全和食品健康, 还关系到乡村振兴。农业的物质循环核心内容就是碳循环, 而碳循环的关键技术就是碳转化, 使有机物中的有机质向小分子有机碳转化。

(7) 提出了农业碳循环的三项战略性思考。

① 以国家意志介入, 强制大养殖场必须兼办有机肥料厂, 由国家按成本价采购, 利用西行的大量货运空车皮, 把有机肥“东肥西调”, 去西部农村沃土扶贫。此举予以制度化, 坚持几十年, 永断西部农村之穷根, 彻底改变西部的农业生态, 实现中华民族“圣人出, 黄河清”的千年梦想。

② 动员社会力量到盐碱地去办大型养殖场，将大量畜粪和污液转化为有机肥料和肥液去改造盐碱地，盐碱地便可种植饲料作物反哺养殖业。逐渐把几亿亩寸草不长的盐碱地变成米粮仓、动物蛋白生产基地。

③ 利用有机碳菌技术推广简易的有机废弃物转化模式，推动农村建立种养结合的合作社，种牧草养牛羊，解决占农村人口 1/4 的有劳动能力的中老年人就业致富，充实乡村振兴的内涵。

(8) 论证了有机碳肥技术的历史性贡献，希望引起重视，合力创建富碳农业，为高速运行的“中国列车”打造坚实的底盘。

几年来我国农业界碳“温度”升得相当快。现在学碳知碳讲碳用碳的人数，像滚雪球式地增长。所以这本关于有机碳肥的首部著作修订，应该会得到读者们热烈的欢迎。

我国已进入社会主义建设的新时代。正迎来一场亿万人参与的、波澜壮阔的土壤修复和乡村振兴的伟大实践，需要广大农业从业者深刻地认识碳，系统地了解土壤肥料，理性地掌握和应用有机碳肥技术。因此本次修订再版就显得很及时、很有价值。



2018 年 8 月

第一版前言

自本人的第二本“生物腐植酸”著作——《生物腐植酸肥料生产与应用》出版后，来电来人咨询交流不断，这说明生物腐植酸吸引了更多人的关注，同时也说明该书在理论阐述方面还不够，需要进一步完善。

两年多来，我们技术团队又开发了几个生物腐植酸新肥种。这些用植物有机营养的精华要素“组装”出来的新型肥料，单位面积用量比化肥还少，却能产生较好的应用效果，这用传统的肥料理论已经不能解释。于是我们一次次向传统的化学植物营养学发问，不断发现该理论体系的缺陷。170多年前由西方学者创立的化学植物营养学理论，以及几十年来我国大量学者据此演绎阐述而成的土壤肥料学经典，究竟哪里出了问题？生物腐植酸沿用矿物腐植酸理论，是不是走岔了路子？这两个大问题在我的脑海中反复出现。

二十多年来我国社会经济快速发展，而许多领域相应的理论研究却严重滞后，理论创新更为稀缺。这不但制约了社会经济的发展，也使发展不科学、不平衡产生的负面作用不断积累。这种积累是一种“负能量”，会对社会产生破坏力。变革就是经常性的局部调整，以舒缓消解“负能量”的积累，使社会得以持续稳定发展。在农业领域，伴随着国家工业化而带来的化学农业耕作方式转变，也积累了太多“负能量”，产生了严重的农业环境问题和食品安全问题，这就是所谓“化学农业综合征”。可是当人们

痛定思痛寻求农业可持续发展新模式时，许多人把眼光转向有机农业。一种否定和排斥化肥的倾向出现了。有机农业被解读为纯有机种植，这可能使我们走入另一误区。

农作物的问题在土壤，土壤的问题在肥料，土壤肥料问题路在何方？这既是农业专家们的焦虑，也是政府部门领导者们的求索。

我们力图通过对生物腐植酸肥料的深入研究，找到植物营养中有机与无机和谐之道，并把其贯彻到肥料的生产技术和施肥技术中去。我们不但制造并验证了几种有机肥力相当于普通有机肥 10 倍以上的“超级有机肥”，而且找到了标示和检测其肥力的量化指标——有效碳（EC），制定了世界上第一套有机碳肥的技术标准。这就为和谐施肥、科学施肥直至信息化计量施肥，找到了新的精细高效的有机营养肥种。

这是一个著述与科研同步的经历。在这个过程中，随着一个个预期研发目标的实现，理论上的认识也一步步深入。回头一望，发现生物腐植酸只是一道桥梁，走过了它就是有机碳肥的世界！用植物有机碳营养这盏明灯，可以照亮探索植物营养学和土壤肥料学真谛的崎岖小路。我们开始了建立植物有机碳营养理论体系的尝试。当植物有机碳营养“二通道说”清晰起来时，当第三本“生物腐植酸”浮现出“有机碳肥”这条主线时，我们可能离真理更近了。如果我们真的撬开了一扇藏宝阁之门，我们多么渴望更多的人共同来探寻挖掘和分享里面的财宝。因为这将是全人类的无价之宝！

本书最后章节提出了基于“物质大循环”理念的“城市型农业”和“农业型城市”的构想，这既是对建设美丽中国伟大事业的衷心祝愿，也作为我们与读者继续交流的一组新命题。

西北农林科技大学刘存寿教授多次对我们的研究方向

和学术观点表达支持，还把他最新力作《有机全营养配方施肥技术研究》全文发给了我。该文广博深邃，对植物营养和肥料理论有多项独到的创新观点，对本书的立论提供了有力支持；我们对有机碳肥的研发工作，受到了我国农业界老一辈德高望重的领导郝盛琦老先生的高度关注和热情鼓励。中国民营科技促进会段瑞春会长欣然为本书作序。我们借此机会向他们表达深深的谢意。中国农业科学院朱昌雄研究员、华南农业大学廖宗文教授和华东理工大学周霞萍教授都对我们的研究给予了关心和指导。另外，于天夫、刘显杞先生也为本书的编写做了大量协助工作，在此一并表示诚挚的谢意！

李瑞波

2013年8月于福建诏安

目 录

第一章 概 述 / 001

第一节 土壤的成分	002
第二节 土壤的分类和土壤质量的评判	005
第三节 土壤对生态环境的影响	007
第四节 土壤对农作物的影响	010
第五节 各类土壤病及其原因	011
一、贫瘠病	011
二、“富肥病”	012
三、腐败病	012
四、缺氧病	012
五、重茬症	013
六、线虫病	013
七、土壤酸化	014
八、盐碱害	014
九、化学农药残留和重金属超标	014
十、生土	015
第六节 有机营养理论的盲区	016
第七节 传统植物营养理论的重大错漏	019
一、对碳的定位错误	019
二、学说的机械性	021
三、对植物碳营养吸收途径的误判	022
四、对土壤微生物的漠视	022
五、关于植物矿物质营养“离子说”	022

第八节 有机营养与“阴阳平衡动态图”	023
一、有机营养与农作物的关系	024
二、有机营养与矿物质营养的关系	025
三、“土壤肥力阴阳平衡动态图”的应用	028
四、有机营养与农业生态的关系	029
第九节 寻觅“理想之肥”	030
一、纯化肥	030
二、纯有机肥	031
三、有机-无机复混肥	031
四、农民自制有机肥	032
五、秸秆还田	033
六、叶面喷施肥	033
七、微生物肥料	035
八、粪坑、化粪池、沼气池液	037
九、各类缓控释化肥	037
十、“大三元”肥	038
十一、液态全营养冲施肥	038
十二、植物工厂的水培营养液	039
十三、特殊新肥种	040

第二章 生物腐植酸与有机碳肥原理 / 042

第一节 生物腐植酸概述	043
第二节 生物腐植酸的“双核”	050
第三节 植物碳营养二通道	053
第四节 碳营养是土壤肥力的核心物质	057
第五节 碳营养是无机营养的组合者	057
第六节 碳营养对农作物全方位的重要作用	060
第七节 农作物的缺碳病及其危害	064
一、缺碳直接造成农作物的主要病害	065
二、缺碳间接造成农作物的病害	068

三、缺碳病造成的巨额损失和严重后果	070
四、缺碳病的特殊严重性	072
第八节 用“碳思维”分析农作物百态	072
一、阳光下瓜菜蔫与不蔫的现象	073
二、速生菜的“冠顶绿”和“自然整枝”现象剖析	074
三、吐鲁番的葡萄和西瓜特别甜的原因	074
四、让果树环割（环剥）成为历史	075
五、是水浸还是缺碳	075
六、七天根系多了一半的启示	076
七、农作物亚健康和 DNA 表达	077
八、同是危机抢救，作用机理不同	079
九、有机碳肥提高作物抗逆性的实例分析	080
十、从产沼气到无土栽培营养液里的黑根	081
十一、有机碳肥在“肥地”的作物应用中效果不明显如何 解释	082
十二、富硒与不富硒	083
十三、葡萄大量灼伤的原因	084
十四、葡萄“走水”	084
十五、关于“中医将要毁于中药”的警告	084
十六、工厂化水培蔬菜口感差的原因	085
第九节 有机碳营养和它的“碳核”	085
第十节 根吸有机碳营养的形态和检测方法	088
第十一节 有机碳营养的功能和作用机理	091

第三章 用“碳思维”分析有机肥料 / 095

第一节 有机肥料现行理论和标准存在哪些问题	096
第二节 有机肥的“粗、重、慢、臭”问题	098
第三节 高效有机肥的“双核”	100
第四节 有机肥料质量的简易鉴别法	101
第五节 怎样正确使用有机肥	103

第六节 有机肥料行业新标准该怎么订	106
-------------------------	-----

第四章 有机碳肥品种及其制造技术 / 108

第一节 有机碳肥的创新点	109
第二节 有机碳肥的主要类型和制造技术路线	111
第三节 怎样制造高碳有机肥	112
第四节 固体有机碳肥	120
一、有机碳菌剂的技术指标和主要特性	121
二、有机碳菌剂的功能及其机理	122
三、有机碳菌剂的使用方法及其意义	124
第五节 液态有机碳肥	128

第五章 有机碳肥的应用技术 / 136

第一节 人类施肥观念的演变	137
第二节 肥料体系“阴阳平衡”的真义	139
第三节 配制“阴阳平衡”新型肥料	141
一、有机肥料厂配制“阴阳平衡”肥	142
二、化肥厂配制“阴阳平衡”肥	143
三、农户自配“阴阳平衡”肥	144
第四节 有机碳肥的使用目的与土壤修复	145
一、使用目的	145
二、土壤修复	146

第六章 有机碳肥技术在现代农业中的作用 / 151

第一节 有机污染要强调源头治理	152
一、10 万头猪场猪粪、沼渣、沼液生物技术处理工程 方案	154
二、利用沼液生产液体有机肥及其配套条件	157

三、关于特大型养猪场循环经济节能减排新模式	159
四、循环农业示范小区规划	166
第二节 种养结合而不是种养分离	174
第三节 糖业产业废弃物治理和循环经济模式	181
一、糖业产业废弃物情况	182
二、糖业有机废弃物是生产有机碳肥的优质资源	183
三、糖业有机废弃物利用转化是该产业结构调整的方向 ...	185
四、有机碳肥为糖业领域农工一体化解决了技术障碍	185
第四节 其他大宗有机废弃物治理概述	186
第五节 县域农业物质循环	187
第六节 构建物质大循环的“城市型农业”	190
第七节 实行对耕地多渠道多层面的碳覆盖	194
第八节 农业生态系统的阴阳平衡与富碳农业	197
一、农田生态系统	197
二、农业生态系统中的碳循环	199
三、植物碳养分“二通道说”	199
四、土壤肥力阴阳平衡原则	200
五、土壤肥力阴阳平衡动态图	200
六、建立“富碳农业”大系统	201
第九节 有机碳肥技术的历史性贡献	204
一、创新理论	204
二、破解难题	205
三、改变传统	210
四、推动变革	214

附 录 国内从事生物腐植酸和有机碳营养研发单位信息 / 217

参考文献 / 218

第一章

概 述



第一节 土壤的成分

土壤是地壳表层生长植被的部分（见图 1-1），具备植被生长的条件：可以固定并容许植物根茎的生长；蓄含植物和土壤微生物所需的水分和空气；提供植物所需的养分；维持酸碱度（pH 值）在适当范围内；对旱、涝、寒、热等极端气候有一定的缓冲功能。



图 1-1 地壳表层剖面图

土壤成分和各成分的功能见图 1-2 所示。



图 1-2 土壤成分功能图

物理成分是框架，蓄含化学成分，滋养土壤的基础生产力——生物系统，这就形成三位一体的土壤肥力。

在上述土壤化学成分中，碳（C）养分起关键和基础作用。碳广泛存在于有机质（OM）中，有机质是碳库。从有机质到碳养分有一种中

间物质，就是有机质的衍生物腐殖物（HS）。腐殖物是土壤的重要组成部分。

腐植酸（HA）是由动植物（主要是植物）残体在微生物及地球化学作用下由腐殖物及其他有机物质分解或合成的一类天然有机大分子物质，没有固定的分子式和分子结构。腐植酸广泛存在于土壤、水体和煤炭矿物之中。地球上土壤中的有机质碳约3万亿吨，其中HS碳占80%左右。

腐植酸对土壤肥力的基础作用，实质上就是碳物质的作用。而且土壤三种肥力之间是互为因果，并都与碳有着紧密的联系，见图1-3所示。

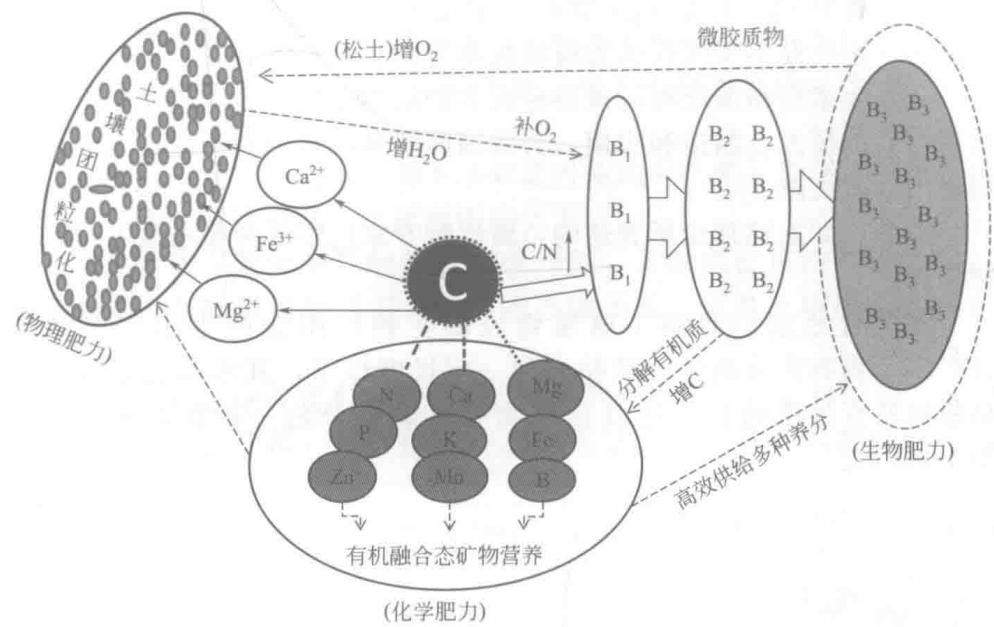


图1-3 土壤三种肥力与碳（养分）关系

成绍鑫在《腐植酸类物质概论》一书中高度概括了中外大量专家的观点，对腐植酸与土壤形成和肥力的作用作了如下论述：

① 腐植酸是土壤形成的积极参与者和促进者，腐植酸（HA）中的黄腐酸（FA）对无机质岩石有较强的分解作用。

② 腐植酸促进和制约着土壤金属离子、微量元素的迁移、固定和淋溶。这些腐植酸-无机质的复合体对土壤中的钾、钙、镁、铁、锌、锰等有益元素的迁移或固定有很大的影响。腐植酸（HA）对微量元素的富集能力的确是可观的。

③ 腐植酸是土壤结构的稳定剂，富含腐植酸类物质的土壤比贫瘠