

SHENGWU FUZHISUAN
YU YOUJI TANFEI

李瑞波 吴少全 编著

生物腐植酸 与有机碳肥



化学工业出版社

李瑞波 吴少全 编著

生物腐植酸 与有机碳肥



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以生物腐植酸与有机碳肥为主线,在对传统化学植物营养学和土壤肥料学进行讨论,并提出了构建“阴阳和谐”肥料工业和施肥方针的思想的基础上,详细介绍了大量关于利用有机废弃物制造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。

本书非常适合从事腐植酸研发、生产与使用的人员阅读,也可供各级政府部门农业管理人员以及农业、肥料业、环保业等人员参考。

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.
北京:化学工业出版社,2014.1
ISBN 978-7-122-19027-7

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(2013)第 274624 号

责任编辑:刘 军

文字编辑:周 侗

责任校对:吴 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 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 164 千字

2014 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 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:56.00 元

版权所有 违者必究

序

中国是个农业大国，农业科技发展关系着国计民生，历来是党和政府都高度重视的问题。李瑞波同志是位农业科技方面的专家，也是中国民营科技促进会的会员，并荣获 2013 年全国“民营科技发展贡献奖”。他从事农业生物腐植酸与有机碳肥理论课题研究已经十几年了，曾编写过《生物腐植酸与生态农业》和《生物腐植酸肥料生产与应用》两本图书及多篇农业科技方面的论文，最近他又撰写了《生物腐植酸与有机碳肥》这本新作。

几十年来，我国农业科技理论一直以 19 世纪中叶西方化学家创立的植物营养学理论体系为依据，不断演绎阐释而产生多种版本的农业土壤肥料学说。总体来说是因循沿袭者多，质疑诘问者稀少，更不要说系统地反思和理性批判了。而《生物腐植酸与有机碳肥》一书可贵之处就在于坚持创新驱动，提出了通过有机碳肥技术和微生物技术，改变土壤肥料“阳盛阴衰”现状的多项技术措施，拓展了新的科技跃升空间。

有机肥料是最古老最基础的肥料，但却长期没有被正确认识和解读，时至今日它的真面目终于为此书所揭示。而此书开始系统探索有机碳肥理论体系。诚然，有机碳肥的研发尚处在起步阶段，作为一个理论体系，目前还略显稚嫩和单薄。但李瑞波同志所论证的植物有机营养“双核”的内涵和植物有机碳营养“二道通说”，以及有机碳肥产业对全球碳循环的重大作用等，都令人耳目一新。

我相信，《生物腐植酸与有机碳肥》一书的出版必能引起我国肥料界多方面的高度关注，还将激发众多资源和力量的积极参与，并促进像有机碳肥这类高效、节能、环保的新型肥料产业的发展，加快我国肥料工业的结构调整和技术进步，从而推动我国农业进入新一轮的健康发展周期。

中国民营科技促进会会长



2014 年 1 月 8 日

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科学真谛的崎岖小路。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，刘昱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 生物腐植酸概述 001

第一节	生物腐植酸及其应用	003
第二节	生物腐植酸技术的各种流派简介	006
第三节	生物腐植酸理论的缺失	009

第二章 探索生物腐植酸土壤肥料学 013

第一节	反思矿物腐植酸土壤肥料学理论	015
第二节	反思化学植物营养学经典理论	017
第三节	生物腐植酸的“双核”	020

第三章 植物营养真面目 025

第一节	化学植物营养学的误区	027
一、学说的机械性		027
二、对植物碳营养吸收途径的误判		028
三、对土壤微生物的漠视		029
四、关于植物矿物质营养“离子说”		029
第二节	有机营养是植物营养之母	030
一、有机营养与农作物的关系		031
二、有机营养与矿物质营养的关系		032
三、有机营养与农业生态的关系		033
第三节	寻觅“理想之肥”	035
一、纯化肥		035

二、纯有机肥	035
三、有机无机复混肥	036
四、农民自制有机肥	038
五、秸秆还田	038
六、叶面喷施肥	039
七、微生物肥料	040
八、粪坑、化粪池、沼气池液	043
九、各类缓控释化肥	044
十、“大三元”肥	044
十一、液态全营养肥	045
十二、特殊新肥种	045

第四章 农作物的缺碳病及其危害 047

第一节 缺碳直接造成农作物的病害	049
第二节 缺碳间接造成农作物的病害	053
一、土壤板结和药害	053
二、化肥的负面影响加剧	053
三、重茬症	054
第三节 缺碳病造成的巨额损失和严重后果	054
一、早衰造成的损失	054
二、直接病害造成的损失	055
第四节 缺碳病的特殊严重性	057

第五章 从有机碳营养的视角剖析农作物现象 059

一、阳光下瓜菜蔫与不蔫的现象	061
二、速生桉的“冠顶绿”和“自然整枝”现象剖析	062
三、吐鲁番的葡萄和西瓜为什么特别甜	063
四、让果树环刈（环剥）成为历史	063

五、是水浸还是缺碳	064
六、七天根系多了三分之一的启示	065
七、农作物亚健康和 DNA 表达	065
八、同是危机抢救,作用机理不同	068
九、有机碳肥提高作物抗逆性的实例分析	069
十、从产沼气到无土栽培营养液里的黑根	070
十一、有机碳肥在“肥地”的作物应用中效果不明显的原因	071

第六章 有机肥料全透视 073

第一节 有机肥料的有效成分和功能	075
第二节 有机肥的低效慢效问题	077
第三节 高效有机肥的“双核”	078
第四节 怎样制造高碳有机肥	080
第五节 怎样正确使用有机肥	085

第七章 液态有机碳肥 089

第一节 有机营养和它的“碳核”	091
第二节 液态有机碳肥的形态和技术标准	094
第三节 液态有机碳肥的功能	097
第四节 液态有机碳肥的应用	102
第五节 开发应用液态有机碳肥的意义	103

第八章 有机碳菌剂 105

第一节 有机碳菌剂的技术指标和主要特性	107
第二节 有机碳菌剂的功能及其机理	108
第三节 有机碳菌剂的使用方法及其意义	111

第九章 其他有机碳肥产品 115

第一节 有机碳菌肥和“大三元”肥	117
第二节 有机碳水溶肥	120

第十章 大宗有机废弃物治理和循环经济实例 123

第一节 大型猪场与循环农业	125
一、10 万头猪场猪粪、沼渣、沼液生物技术处理工程方案 ...	127
二、特大型养猪场循环经济节能减排新模式	131
三、循环农业示范小区规划	138
第二节 糖业产业废弃物治理和循环经济模式	148
一、糖业产业废弃物情况	148
二、糖业有机废弃物是生产有机碳肥的优质资源	150
三、糖业有机废弃物利用转化是该产业结构调整的方向	152
四、有机碳肥为糖业领域农工一体化解决了技术障碍	153
第三节 其他大宗有机废弃物治理概述	154

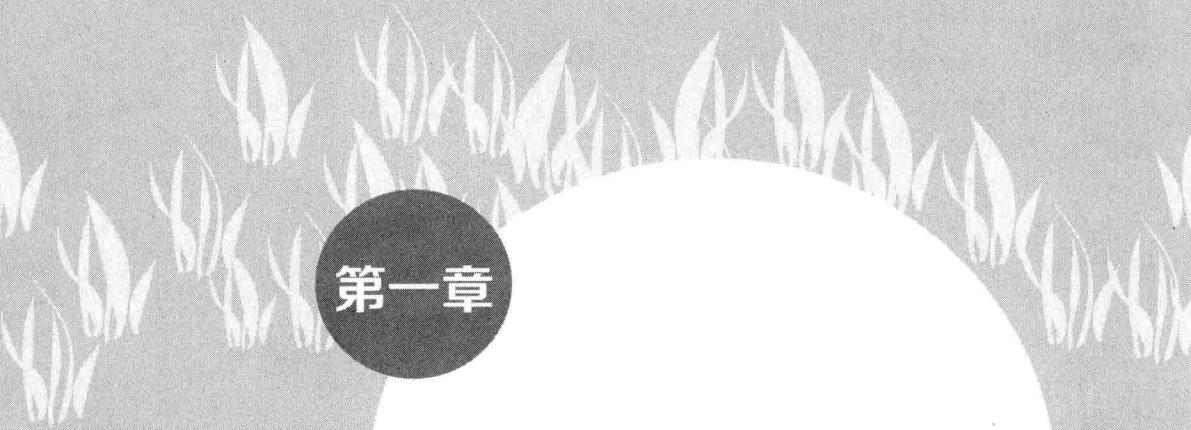
第十一章 谈谈高效有机农业模式 157

第十二章 城乡循环经济新模式 165

第一节 新农村循环经济模式	167
第二节 构建物质大循环的“城市型农业”	170

附录 国内从事生物腐植酸和有机植物营养研发单位信息 176

参考文献 177

A decorative pattern of stylized, light-colored grass or reeds is positioned horizontally across the upper middle of the page, partially overlapping a large white circle and a smaller black circle.

第一章

生物腐植酸概述

第一节 生物腐植酸及其应用

生物腐植酸是一类以生物质为原料经生物或化学的,或者生物加化学的,或者物理加化学的工艺过程而形成的制品。这是一种以黄腐酸(FA)为主要成分,而又包含诸如氨基酸、维生素、糖类和肌醇等物质的混合物。

生物腐植酸技术起源于中国,发端于农民的实践,而后引起大量专家学者的重视,在20世纪末形成了一股研发热潮。由于无先例可循,而各地原材料又存在差异,加上参与研发各项技术的带头人学术背景和经验的多样化,生物腐植酸技术从一开始就“八仙过海,各显神通”,产生了多种技术流派。生物腐植酸产品的名称也因此五花八门,除叫生物腐植酸外,也有叫生化腐植酸、生化黄腐酸、生物黄腐酸等。2007年11月中国腐植酸工业协会(北京)年会上,提出了“统一称为生物腐植酸”的倡议。之后在该协会的文件上就沿用“生物腐植酸”的称谓,但各生产企业多数还习惯按原来各自的名称标示自己的产品。

生物腐植酸之所以能在十几年间由一点星火而快速在我国广大地区形成探索开发和仿制的热潮,主要是由于其在农业领域中的优异表现,以及其原材料资源的丰富性。

生物腐植酸在农业领域的作用主要表现在以下几个方面。

(1) 对农作物生长的促进作用 生物腐植酸产品在农作物上主要被用作叶面喷施,一般分为“大量元素叶面喷施肥”和“中微量元素叶面喷施肥”。利用黄腐酸类物质中大量活性官能团对肥料元素的络合功能,以及水溶液在作物组织中良好的扩散输送功能,达到肥料元素对农作物的高效作用。大量应用效果显示:由于生物腐植酸中的黄腐酸类物质水溶性和抗硬水性能优于矿物腐植酸,因此生物腐植酸叶面肥在应用中的效果和应用范围都优于矿物腐植酸叶面肥。根据使用实例统计,叶菜类作物喷施1次,每亩^①200~300mL(兑水600~1000倍),可增产

^① 1亩=666.67m²。

6%~8%；水果类作物每亩喷施2次共400mL，可增产10%左右，且果实外观亮丽，大小更匀称，口感更为香甜。

由于生物腐植酸肥料中的黄腐酸含量的测定方法至今还未能取得学术界的统一认识，且这个问题短时间内还难以解决，所以在农业部肥料检测中心申请登记时，这类叶面喷施肥被归在“有机水溶肥料”一类。现在这类肥料还没有统一的国标或行业标准，而是每个生产企业使用各自的企业标准。

(2) 改良土壤及由此而产生的连环效应 生物腐植酸粉剂产品富含功能菌，液剂产品一般不含功能菌。但这两种产品施入土壤，都有良好的改良土壤的作用。土壤的改良源于两种因素：一种是物理-化学因素，另一种是生物因素。物理-化学因素即直接改善土壤的团粒结构，提升土壤物理肥力，这是腐植酸类物质的强项，而生物腐植酸表现更为快速高效；生物因素则是生物腐植酸独有的优势，带功能菌的产品直接向土壤补充了大量活性菌，生物腐植酸的水溶有机营养快速改变土壤的碳氮比，使土壤微生物大量繁殖而使土壤结构疏松，涵水透气性得到改善。因此凡是施用生物腐植酸制品，土壤改良的效果都十分显著。这就出现了农田的一系列连环效应：生物多样性好转了，农田小生态改善了，农作物根部发达了，肥料利用率提高了，土壤的土传病害发病率下降甚至不发生了，农作物病害减少了，农作物抗逆机能提高了，农产品产量和质量都提高了。

根据田间应用实践经验，每亩土地每茬施用精制的生物腐植酸产品10kg，农作物增产15%~30%，其中块茎类或生长期较长的瓜豆、茄类增产量最为可观，有的增产超过30%。而在遭受自然灾害（旱、涝、冻等）的情况下，同比增产往往超过50%。

(3) 用作秸秆腐熟剂和有机肥发酵剂 具体应用实例在《生物腐植酸与生态农业》和《生物腐植酸肥料生产与应用》中都有所涉及，在本书的后续章节中还将予以补充。这里要特别提到的是作为一种独特的有机肥发酵剂，BFA（生物腐植酸粉）开创了一种免翻堆、免烘干的低成本、高肥效的有机肥制造工艺。这种工艺使有机肥厂设备投资减少三分之二，单位产品能耗减少四分之三，同样原材料制成的有机肥黄腐酸含

量提高 1 倍, 有机肥力提高 50% 以上。

(4) 在有机废弃物资源化利用中的作用 除了秸秆腐熟和有机肥发酵以外, 还有大量有机废弃物, 例如沼气池沼液、化粪池液以及食品工业、制药工业和造纸工业的有机废渣废水, 都可利用 BFA 发酵技术或其他生化活化技术, 进行无害化处理, 成为农用腐植酸液, 进而生产高肥效绿色环保肥料。这些有机废弃物的资源化利用, 还为多种重污染项目的环保工作开辟了新思路、新前景。

(5) 在盐碱地改造和沙化土地修复方面的作用 生物腐植酸肥料是盐碱地改造和沙化土地修复的理想材料, 配套其他工程措施, 可以收到投资少、见效快的效果。由于生物腐植酸肥料可以因地制宜, 就近利用多种原材料大批量生产, 工艺简单, 投资少, 耗能低, 为我国大面积盐碱地和沙化土地的改造、修复创造了可能性。

(6) 在水产养殖中的独特作用 水产养殖普遍进入规模化和密集化阶段。伴随着单位面积的高产而来的是养殖的高风险, 因此“以防为主、科学管水”成了避免养殖风险的主旋律。生物腐植酸产品所特有的生物种群及黄腐酸物质在这套“主旋律”中成了重要的“音符”。在多年实践中我国有关企业研发推广了一系列生物腐植酸水产养殖水质改良剂, 底质改良剂和改性鱼药, 成了养殖户改善养殖水体小生态, 预防水质变坏, 降低养殖风险的重要工具。

(7) 对农药的增效减残作用 以许恩光先生为代表的学者, 在生物腐植酸与某些农药混配从而使农药增效减残等方面做了大量研究, 并取得了突破性的进展, 对农药生产企业的产品升级和更新换代有很好的启示作用。

(8) 在零排放生物发酵床养猪方面的应用 利用生物发酵床养猪可以达到无臭气零排污, 而且猪抗病力强, 肉质更好。这种模式已经在我国各地推广十多年, 规模逐渐扩大。关键技术之一是生物发酵床的发酵剂。目前各地使用的发酵剂品种不一。实践证明 BFA 是猪场生物发酵床的一种优良的发酵剂。这里要提到的是, 经使用 1 年以后的旧垫料, 再发酵进行无害化处理, 就是质量极优的有机肥。如刘波先生(福建省农业科学院院长)所说: “今后的养猪场就是花园式肥料厂, 这种工厂

生产腐植酸肥料，顺便带走猪肉吃吃。”

(9) 做饲料添加剂 生物腐植酸粉剂富含功能菌，其主要成分水溶性腐植酸还具备促进消化吸收，促进动物肠道微生物繁殖的功能。因此是性能极佳的动物饲料添加剂，可广泛应用于猪、鸡、鸭、鹅等动物。应用效果主要表现为：动物新陈代谢旺盛，饲料利用率提高，病害少、粪便不臭、肉质提升。另外液体生物腐植酸可融合有机钙，成为补钙型饲料添加剂。

除了农业（包括养殖业）领域和环保方面外，还有些学者利用水溶性腐植酸促进微循环和修补创伤的特效功能，将生物腐植酸应用于医药和美容方面，并取得了不少研究成果。生物腐植酸在这些领域的产业化发展也是值得期待的。

第二节 生物腐植酸技术的各种流派简介

生物腐植酸技术在我国已有二十年历程。经过二十年发展，我国生物腐植酸产业出现了许多技术流派，这一点与矿物腐植酸产业截然不同。我国矿物腐植酸发展过程是以国家主导为开端，以科研机构为技术支撑的，它的技术模式和生产工艺在很长时间内是比较统一和规范的，产品品种及目标市场也都相对稳定。但生物腐植酸技术则不同，它虽然得到各级政府和科技部门的支持，但都是由民营企业甚至个体单位为承载体，所以它的技术源头和工艺路线就有极大的不确定性，以做出产品并被市场认可为前提。另一方面，各生产企业的生产工艺还被原材料的多样性所左右，例如秸秆木屑类、动物粪便类、工厂废弃物类、有机废水类，还有草炭类等。当然还有项目技术带头人的学术背景，经验和专长等，也影响生产企业的工艺取向。

目前，我国生物腐植酸加工工艺涉及微生物工程、化学工程和生物化学、物理化学等多边沿学科，概括起来大致分为以下技术流派。

(1) 以秸秆或木屑为原料，通过固体发酵，然后经碱液浸泡、酸中和，生产生物腐植酸液，再混配化肥（或微量元素）成喷施肥。具体工

艺过程如图 1-1 和图 1-2 所示。

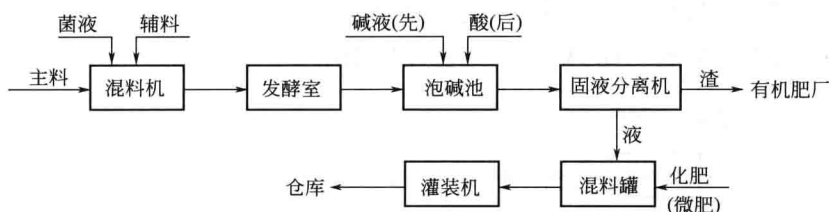


图 1-1 生物腐植酸固体发酵叶面肥生产工艺之一

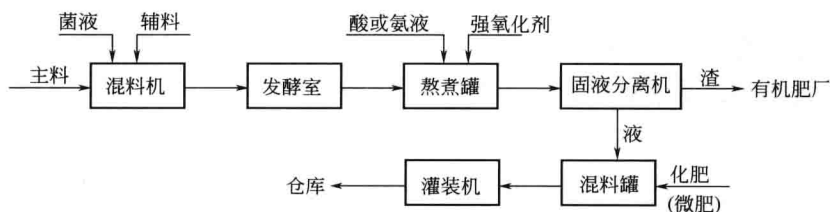


图 1-2 生物腐植酸固体发酵叶面肥生产工艺之二

(2) 以粪便残渣为原料经液体发酵生产生物腐植酸液体肥，如图 1-3 所示。

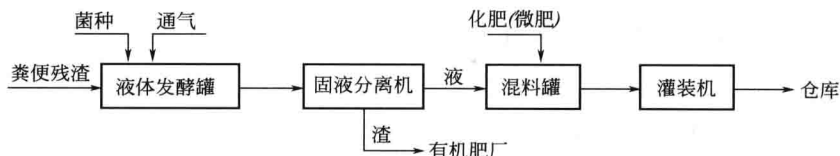


图 1-3 生物腐植酸液体发酵液体肥生产工艺

(3) 以有机废水经浓缩、活化，生产生物腐植酸液体肥，如图 1-4 所示。

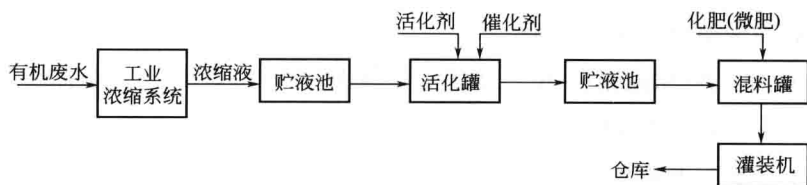


图 1-4 浓缩有机废液转化生物腐植酸液体肥生产工艺

从商业角度看，有机废水中干物质含量应大于 8%，才有浓缩价值。浓缩后的制品中有害元素和重金属含量，应低于国家关于液体肥标