

有机肥 生产使用手册

赵 兵 主编



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

有机肥生产使用手册

主 编

赵 冰

常务副主编

张勇飞 殷秀军

副主编

郭仰东 张朝兴 张毅功

编写人员

赵 冰 张勇飞 殷秀军

郭仰东 张朝兴 张毅功

邢燕霞 李 仁

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本书集中介绍了各种有机肥的生产技术以及使用方法,内容包括有机肥在植物生产中的作用原理,有机肥的来源和种类,商品有机肥的生产和商品有机肥厂的规划建设,农作物需肥规律及有机肥在不同农作物上的施用技术。内容全面具体,观点鲜明,语言深入浅出,科学性、实用性兼备,可供广大农户、有机肥生产厂家、有机肥经销人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机肥生产使用手册/赵冰主编. — 北京:金盾出版社, 2014.1

ISBN 978-7-5082-7823-0

I. ①有… II. ①赵… III. ①有机肥料—生产工艺—手册
②有机肥料—使用方法—手册 IV. ①S141-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 176739 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京精美彩色印刷有限公司

正文印刷:北京万博诚印刷有限公司

装订:北京万博诚印刷有限公司

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:10.25 字数:256 千字

2014 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~7 000 册 定价:20.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

21 世纪是有机农业的时代,其中唱主角的是有机肥,有机肥的重要性由此可见一斑。有机肥为什么这么重要?从农民朴素的实践中即可略知一二,最典型的是“有机肥比化肥种的东西好吃、有味”,为什么好吃有味,农民说不出来,专家也很难讲清楚。实际上这个问题绝不简单,部分学院海派专家坚持认为是化肥配比不合理,只要进行严格的测土配方施肥,施用化肥一样好吃有味。长期扎根农村并致力于有机农业的土洋结合专家赵冰、张勇飞等人提出了另外的观点,他们认为有机肥具有特殊的场能,这是化肥不具备的。所以即使进行严格的配方施肥,仍然不能达到有机肥的效果。以营养液栽培为例,以化肥为原料、采用经典配方、配比绝对严格的营养液水培蔬菜,吃起来照样淡而无味。

有机肥从实践中得到肯定,并不代表其发展的道路是平坦的。赵冰等人指出,有机肥如果不能通过推行等级标准,从而实现“工厂化生产,机械化施肥”两大目标,则永远是一种小打小闹的小农经济模式,是没有前途和出路的。以工厂化生产为例,由于现代社会污染严重,有机肥肥源复杂,病虫害严重,如果不充分利用分拣发酵加工等新技术新设备新生产线,无法生产出肥效稳定、无毒无害的高品质有机肥。小农制肥在没有污染的古代是可以的,比如在北中国流行了数千年的卧羊肥,但这种刀耕火种的原始农业生产效率十分低下,生产方式落后,故不能提倡之。

再说机械化施肥,为什么把它看做发展有机肥产业的半壁江山,这是因为现代社会人力资源愈加昂贵,有机肥量大体沉,人力搬运到田间施肥费时费力,除非自己吃用的粮食,农民绝不愿意办这种苦差,省下的时间和精力出外打工赚钱更加合算,这也是化肥施用比例逐年增高的重要原因。所以,实现机械化施肥,是有机肥

产业大力发展绕不过去的槛，必须组织力量，集中人财物集中攻克。当然，机械化施肥一定要提倡使用可再生清洁能源，避免对环境造成污染。

展望未来的有机农业，我们希望大地都是沃土，不用费力再搞“工厂化生产，机械化施肥”。从文献上看，这并非无迹可寻的幻想空谈，乾隆大藏经《郁单曰品》描述人类居住的北俱卢洲：“又有洁净粳米，不耕自生”。北俱卢洲的香稻既然是不耕自生，当然不用施肥，说明土壤就是肥料，大地都是沃土。这应该是不折不扣的未来有机农业生动场景。

黄金白玉非为贵，
有机肥料非为贱。
天下丛林饭似山，
不靠黄金靠肥便。
净土自生香粳米，
携持钵盂任君餐。
水鸟树林演法音，
大地尽涌紫金莲。

编著者

通讯地址：北京市海淀区圆明园西路2号中国农业大学西校区农学院

联系电话：01062734095, 15110119798, 13911069115

网站网址：[http —://www.zhongguoyoujifei.com/](http://www.zhongguoyoujifei.com/)

电子邮件：kkk258zhangyongfei@163.com, zhaocau@163.com, yinzi@163.com

本书的创新精髓以及撰写出版得益于导师毛达如教授(首任中国农业大学校长、著名肥料学家)、张福锁教授(长江学者、国际植物营养学会主席)的严格指导和大力支持!得益于众师兄弟的无私帮助!同时也得益于有机肥研发团队的精诚合作!在此表示衷心感谢!

趙冰

目 录

第一章 有机肥在植物生产中的作用原理.....	(1)
第一节 有机肥概要.....	(1)
一、肥料和有机肥	(1)
二、我国有机肥应用概况	(3)
第二节 土壤中的营养元素	(5)
一、土壤氮素	(5)
二、土壤磷素	(8)
三、土壤钾素.....	(10)
四、土壤硫素.....	(12)
五、土壤钙素.....	(14)
六、土壤镁素.....	(15)
七、土壤中的微量元素.....	(17)
八、有机肥的作用.....	(23)
第二章 有机肥的种类及使用方法	(27)
第一节 人粪尿	(27)
一、人粪尿的性质.....	(27)
二、人粪尿的积存.....	(28)
三、人粪尿的施用.....	(29)
第二节 家畜粪尿	(29)
一、畜禽粪尿的性质.....	(29)
二、厩肥的积制.....	(30)
三、畜禽粪肥的施用.....	(31)
第三节 禽粪	(32)
一、禽粪概要.....	(32)
二、鸡粪与海鸟粪.....	(32)

第四节 堆沤肥	(33)
一、堆肥	(33)
二、沤肥	(38)
三、酵素菌秸秆堆肥	(39)
第五节 秸秆还田	(40)
一、秸秆还田概述	(40)
二、秸秆还田方式	(42)
三、秸秆还田机械化	(46)
四、其他常见的还田方式	(48)
第六节 海肥	(51)
一、动物性海肥	(51)
二、植物性海肥	(52)
三、矿物性海肥	(53)
四、海产品废弃物提取物	(53)
第七节 饼肥	(54)
一、饼肥概述	(54)
二、饼肥的合理利用	(55)
第八节 商品有机肥	(56)
一、商品有机肥概况	(56)
二、商品有机肥施用原则	(56)
第九节 配方施用有机肥	(57)
一、有机肥料配方的基本方法	(57)
二、配方施有机肥的技术环节	(78)
第三章 商品有机肥的生产和商品有机肥厂的规划建设 ...	(85)
第一节 商品有机肥生产技术	(85)
一、发酵	(85)
二、商品有机肥发酵分类	(86)
三、发酵原理	(88)

四、有机肥原料发酵的工艺流程及影响因素·····	(92)
五、有机肥原料发酵的快速腐解技术·····	(100)
六、有机肥原料发酵过程的臭味控制技术·····	(106)
七、有机肥原料发酵腐熟度评价·····	(113)
第二节 商品有机肥厂的规划和建设·····	(125)
一、建设商品有机肥厂的总原则·····	(125)
二、有机肥料加工厂化验室的建设·····	(127)
三、有机肥料加工厂环境的控制·····	(131)
四、有机肥料产品的质量控制·····	(133)
五、有机肥料产品的登记管理·····	(135)
六、有机肥料厂建设案例·····	(144)
第三节 城镇家庭自制有机肥技术·····	(154)
第四节 我国有机肥资源管理和政策与 立法现状·····	(156)
一、我国有机肥料资源管理与政策·····	(156)
第四章 农作物需肥规律及有机肥施用技术·····	(158)
第一节 建立有机肥的等级制度·····	(158)
第二节 粮食作物需肥规律及有机肥施用技术·····	(160)
一、水稻需肥规律及有机肥施用技术·····	(160)
二、小麦需肥规律及有机肥施用技术·····	(168)
三、玉米需肥规律及有机肥施用技术·····	(175)
四、甘薯需肥规律及有机肥施用技术·····	(182)
五、马铃薯需肥规律及有机肥施用技术·····	(188)
第三节 油料作物的需肥规律及有机肥施用技术·····	(191)
一、油菜需肥规律及有机肥施用技术·····	(191)
二、花生需肥规律及有机肥施用技术·····	(193)
三、大豆需肥规律及有机肥施用技术·····	(195)
四、芝麻需肥规律及有机肥施用技术·····	(198)

五、向日葵需肥规律及有机肥施用技术	(200)
第四节 纤维作物的需肥规律及有机肥施用技术	(202)
一、棉花需肥规律及有机肥施用技术	(202)
二、苎麻需肥规律及有机肥施用技术	(204)
第五节 糖料作物的需肥规律及有机肥施用技术	(207)
一、甘蔗需肥规律及有机肥施用技术	(207)
二、甜菜需肥规律及有机肥施用技术	(209)
第六节 烟草、茶树、桑树的需肥规律及有机肥施用技术	(212)
一、烟草需肥规律及有机肥施用技术	(212)
二、茶树需肥规律及有机肥施用技术	(215)
三、桑树需肥规律及有机肥施用技术	(217)
第七节 蔬菜需肥规律及有机肥施用技术	(219)
一、叶菜类蔬菜需肥规律及有机肥施用技术	(220)
二、茄果类蔬菜需肥规律及有机肥施用技术	(221)
三、瓜类蔬菜需肥规律及有机肥施用技术	(226)
四、水果类蔬菜需肥规律及有机肥施用技术	(229)
五、水生蔬菜需肥规律及有机肥施用技术	(231)
第八节 果树需肥规律及有机肥施用技术	(234)
一、果树需肥规律及有机肥施用技术概论	(234)
二、苹果需肥规律及有机肥施用技术	(237)
三、梨树需肥规律及有机肥施用技术	(241)
四、桃树需肥规律及有机肥施用技术	(245)
五、葡萄需肥规律及有机肥施用技术	(248)
六、杧果需肥规律及有机肥施用技术	(252)
七、柑橘需肥规律及有机肥施用技术	(254)
八、香蕉需肥规律及有机肥施用技术	(261)
九、荔枝需肥规律及有机肥施用技术	(263)

十、菠萝需肥规律及有机肥施用技术	(264)
第九节 花卉、草坪需肥规律及有机肥施用技术	(267)
一、花卉需肥规律及有机肥施用技术	(267)
二、草坪需肥规律及有机肥施用技术	(268)
第十节 中药材需肥规律及有机肥施用技术	(270)
一、人参需肥规律及有机肥施用技术	(272)
二、西洋参需肥规律及有机肥施用技术	(273)
三、太子参需肥规律及有机肥施用技术	(274)
四、党参需肥规律及有机肥施用技术	(275)
五、黄芪需肥规律及有机肥施用技术	(277)
六、白术需肥规律及有机肥施用技术	(279)
七、山药需肥规律及有机肥施用技术	(279)
八、甘草需肥规律及有机肥施用技术	(281)
九、益智需肥规律及有机肥施用技术	(282)
十、山茱萸需肥规律及有机肥施用技术	(283)
十一 巴戟天需肥规律及有机肥施用技术	(285)
十二 当归需肥规律及有机肥施用技术	(287)
十三 何首乌需肥规律及有机肥施用技术	(289)
十四 地黄需肥规律及有机肥施用技术	(290)
十五 白芍需肥规律及有机肥施用技术	(291)
十六 枸杞需肥规律及有机肥施用技术	(291)
十七 麦冬需肥规律及有机肥施用技术	(294)
十八 百合需肥规律及有机肥施用技术	(296)
第五章 附 录	(298)
主要参考文献	(314)

第一章 有机肥在植物生产中的作用原理

第一节 有机肥概要

一、肥料和有机肥

(一) 肥料的概念

“庄稼一枝花，全凭粪(肥)当家”，在《辞海》中，肥料被解释为是一种能够直接或间接供给植物所需养分，改善土壤性状，以提高作物产量和品质的物质。根据化学成分不同，肥料分为无机肥和有机肥。

1. 无机肥 养分呈无机盐形式存在的肥料，由提取、物理和(或)化学工业方法制成。

2. 有机肥 是一种含碳物质，主要来源于植物和(或)动物排泄物，主要用来施于土壤以提供植物营养。

(二) 有机肥种类

综合考虑有机肥的来源、性质、制造方式和未来发展等方面，有机肥可以被简单划分为农家肥、秸秆、绿肥、商品有机肥等几大类。此外，草炭、城市污泥等也是重要的有机肥源。可见，有机肥料的来源广、数量大。我国地域辽阔，人口众多，有着十分丰富的有机肥料资源。可以说，哪里有农业、畜牧业，哪里就有有机肥源，并且随着农业的发展，有机肥资源越丰富。

1. 农家肥 是指农民自积自用的有机肥，主要包括人畜粪尿、厩肥、饼粕、堆肥和沤肥等。这类肥料一般分布广而散，较适合

分散条件下的种植户。

2. 秸秆 是用来还田或覆盖的作物残体,主要包括麦秸、稻草、豆秸和玉米秸等。未来种植业必须大力发展秸秆利用这一方向,通过充分利用秸秆资源,达到养分和能源物质循环利用的目的,从而保持和提高土壤肥力。

3. 绿肥 几千年来,利用绿肥是我国种植业的基本经验之一,也是我国农业土壤历经数千年依然保持稳产、高产的重要措施。当前,人们对农产品质量的要求越来越高,而绿肥对生态以及饲料有着重要贡献。因此,利用绿肥必然是我国今后最主要的培肥地力措施之一。绿肥涉及品种资源、种植利用方式等,根据过去肥料分类,绿肥并不作为有机肥,但无论是刈割后异地翻压或覆盖、就地压青或覆盖还是根茬利用,绿肥的主要作用都与有机肥相同或类似。

4. 商品有机肥 也就是人们常说的精制有机肥料,是指以富含有机质的副产品资源如畜禽粪便、动植物残体、城市垃圾等为主要原料,经发酵腐熟后制成的肥料。此类肥料已经发布了农业行业标准(NY525)。

(三)有机肥成分

有机肥是一种完全肥料,以纤维素、半纤维素、脂肪、蛋白质、氨基酸、激素及腐殖酸等有机物质为主,还含有氮、磷、钾、硫、钙、镁及微量元素等各种矿质养分。商品有机肥料的养分标准为有机质含量不低于30%,氮、磷、钾总量不低于4.0%。一般来说,其他很多有机肥达不到上述标准,但并不影响这些肥料被农民作为自制肥料来使用。

综合来看,有机肥的特点与化学肥料完全不同,见表1-1。有机肥的养分含量相对较低,释放较慢。有机物质是有机肥的重要组成部分,是衡量土壤肥力的重要标志,因此有机肥最主要的作用是通过有机物质的投入,改善土壤物理、化学及生物学性状,保持和提

高土壤肥力。化肥效果的发挥需要通过土壤肥力这个的基本平台,即使未来作物养分绝大多数靠化学肥提供,在改良土壤、培肥地力方面,有机肥仍将发挥不可替代的作用。这一点在一些肥料长期定位试验中得到印证。如果长期施用氮、磷、钾化肥、而不对田地进行了秸秆或绿肥还田,多年后,作物产量水平显著下降,产品品质也会随之降低。

表 1-1 常用有机肥和化肥的特点比较

项 目	有机肥	化 肥
种 类	多	较多
有机质含量	高	无
养 分	全面,但含量较低	较单一,含量高
肥 效	缓慢,后效长	迅速,难持久
改良土壤	良 好	无直接改土作用

二、我国有机肥应用概况

土壤肥力最重要的物质基础是土壤养分,而有机肥料是土壤养分的主要来源,因而也是农业可持续发展的重要物质基础之一。有机肥料的科学施用技术是农业生产发展的重要技术支撑。

根据史料记载,我国农业历史悠久,已经有 8 000 年以上。我们的祖先给我们留下了极其丰富和宝贵的农业遗产,其中施用农家肥、土杂肥,改良土壤、培肥地力是我国传统农业的精华。长期以来,我国劳动人民在农业生产活动中,在有机肥制造与施用方面积累了相当丰富的经验。

半个世纪以来,我国有机肥施用的比重在显著下降。20 世纪 50 年代以前,我国农业发展全部靠的是有机肥,60 年代有机肥的比重占 80%,化肥的比重占 20%左右;70、80 年代有机肥的比重占 60%~70%,化肥比重占 30%~40%;进入 90 年代,有机肥料

的比重只占 40%，化肥的比重达到了 60% 以上；2003 年有机肥料的比重仅占 25%，化肥的比重高达 75%，这种形势是相当严峻的。传统的植物营养学理论认为，植物为了完成其生命周期，必须从环境中获取足够的碳、氢、氧、氮、磷、钾、硫、钙、镁、铁、锰、铜、锌、硼、钼、氯、镍等必需营养元素，这些元素大部分都是从土壤环境中获得的。如果土壤中缺乏营养元素，土壤肥力就会下降，植物的产量和品质就会降低。要恢复土壤肥力，根本方法在于施肥，通过施肥归还因植物收获从土壤中带走的营养元素。

这种理论看似无懈可击，实际上从野草的表现来看就露出了破绽。作者曾经做过一个试验，选择一块野草茂盛的地方，不施任何肥料，每年秋冬季待野草枯黄后收割地上部野草，称量测产并分析野草的营养元素含量。如此重复 3 年，去除每年气温高低和雨水丰歉的干扰，野草的产量和品质并没有因不施肥而下降。

由此可见，传统的植物营养学理论并非完美无缺，需要修改完善。作者认为：在阈值以上（土壤中肥料较丰富），野草依靠外界提供的肥料吸收营养元素进行生长发育；在阈值以下（土壤中肥料较缺乏），野草依靠自身能力转化土壤中的各种元素为营养元素，转化途径应该是先吸收到野草体内再进行所谓“点石成金”转化，直接依靠根系分泌物在土壤中转化元素的可能性非常小。阈值是某种野草对土壤中肥料丰缺产生反应的临界点。也就是说野草具备元素转换的能力，可以将土壤中的各种元素（主要成分是硅、氧、铝）适量转换成野草生长的必需营养元素。

实际上，如果野草具备“点石成金”的能力，那么所有的植物也都多少具备这种能力，这当然包括农作物。农作物很可能是因为人类长期人工栽培弱化或关闭了有关基因，因此，研发利用“点石成金”能力强的农作物品种，就会显著减少各种肥料的使用量，有的农作物或者就不用施肥了。因为理论上证明了土壤就是肥料，只要土壤还在，肥料就在，这个时间应该在数亿年。

以上设想如果能够得到严格试验的反复证明,就会完全改写传统的植物营养学理论。就算暂时因条件所限,只能提出理论假说,这个意义也是非同寻常的。

第二节 土壤中的营养元素

一、土壤氮素

(一)土壤氮素的含量

土壤中氮素的含量受自然因素和人为因素双重影响。自然因素包括母质、植被、温度和降水量等,人为因素包括利用方式、耕作、施肥及灌溉等措施。

自然植被下,我国土壤表土中氮素的含量与有机质含量密切相关。在温带,由东向西,依照黑土——黑钙土——漠钙土的序列,氮素含量逐渐减少;由北向南温度增高,氮素分解速率增大,但同时植物生物量也明显增多,因而土壤氮素含量的变化稍显复杂。

耕地土壤氮素含量除受到自然因素的影响外,也强烈地受到人为耕作施肥等因素的影响。人为因素的影响表现在:各地区耕地土壤耕层中氮素含量以东北黑土地区为最高,旱地 $2.63 \text{ g/kg} \pm 1.04 \text{ g/kg}$,水田 $2.58 \text{ g/kg} \pm 0.77 \text{ g/kg}$ 。以黄土高原 $0.70 \text{ g/kg} \pm 0.28 \text{ g/kg}$ 和黄淮海平原为最低。旱地 $0.63 \text{ g/kg} \pm 0.29 \text{ g/kg}$,水田 $0.93 \text{ g/kg} \pm 0.29 \text{ g/kg}$ 。农业土壤耕层的氮素含量一般在 $0.5 \sim 3.0 \text{ g/kg}$ 之间。当然,极少数肥沃的耕地、草地、林地及一些未扰动的表层土壤氮素含量可达到 $5.0 \sim 6.0 \text{ g/kg}$ 以上,而冲刷严重、贫瘠地的表层土壤氮素含量可低到 0.5 g/kg 以下。

氮素含量的高低往往被看做土壤肥沃程度的重要标志。一般情况下,水稻土被认为肥沃的养分指标为:有机质含量 $20 \sim 40 \text{ g/kg}$,全氮 $1.3 \sim 2.3 \text{ g/kg}$ 。

由于各种土壤的内部及环境等因素,土壤氮素含量的剖面分布也有较大的差异。但基本趋势为:表层含氮量最高,以下各层随深度增加而锐减。

(二)土壤氮素的形态

土壤氮素包括无机态氮和有机态氮。

1. 无机态氮 又包括土壤固定态铵、土壤交换性铵、土壤溶液中的铵、硝态氮、亚硝态氮、土壤氧化亚氮等。它们在占表土全氮中所占的比例最低的为1%左右,最高可达10%。土壤中无机氮的主要形态为铵态氮和硝态氮,有时可能有亚硝态氮,但数量很少,而且会很快转化为硝态氮。一般情况下,旱地硝态氮居多,水田铵态氮居多。铵态氮和硝态氮均易溶于水,植物可以直接吸收利用。在通气良好土壤中,不可能存在亚硝态氮,土壤通气不良时,会积累亚硝态氮,超过一定浓度时则会对植物产生毒害。

2. 有机态氮 在土壤中,有机态氮占氮素总量的95%以上。按其溶解度和水解的难易程度分成3类,分别为水溶性有机氮、水解性有机氮及非水解性有机氮。

(1)水溶性有机氮 主要是一些比较简单的游离态氨基酸、胺盐及酰胺类等化合物,一般不超过土壤全氮量的5%,是植物的有效氮源,因为它们分散在土壤溶液中,很容易水解并迅速释放出 NH_4^+ 。

(2)水解性有机氮 是在酸、碱或酶作用下能水解成简单的易溶性氮化合物的有机物,占全氮量的50%~70%。

(3)非水解性有机氮 主要是指一些复杂结构的含氮有机化合物,如杂环态氮化物、糖与胺的缩合物及木质素类物质等。在土壤中约占有机氮30%,高的可达50%。由于此类物质化合物结构复杂,不溶于水,用酸碱处理也不能水解,因而对植物是无效的。

(三)土壤氮素的转化

1. 氮的挥发 土壤中氮的挥发是一种在以下学反应的基础