

肥料合理施用与配制技术

逢焕成 梁业森 等 编著



科学普及出版社

肥料合理施用与配制技术

逢焕成 梁业森 等 编著

科学普及出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

肥料合理施用与配制技术/逢焕成, 梁业森等编著. —北京: 科学普及出版社, 2008. 5

ISBN 978 -7 -110 -06236 -4

I. 肥…II. ①逢…②梁…III. ①施肥 - 基本知识 ②肥料 - 调制技术
IV. S147

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 070376 号

自 2006 年起 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志, 未贴防伪标志的为盗版图书。

科学普及出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 010 - 62103210 传真: 010 - 62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京林业印刷厂印刷

*

开本: 850 毫米 × 1168 毫米 1/32 印张: 5.75 字数: 160 千字

2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1 - 500 册 定价: 18.00 元

ISBN 978 -7 -110 -06236 -4/S · 436

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

本书得到国家“十一五”科技支撑计划“有机肥资源综合利用技术研究(2006BAD25B03)”和农业科技成果转化资金项目“新型高效肥料产品的开发与示范推广(2006GB23260370)”的资助。

主 编: 逢焕成 梁业森

副 主 编: 梁永利 李玉义 宋秀英 程明芳 隋方功
吴 江 刘 明 衣文平

编写人员: 逢焕成 梁永利 李玉义 宋秀英 程明芳
隋方功 吴 江 刘 明 赵长海 衣文平

责任编辑: 郑洪炜 陈 君

封面设计: 北京林业印刷厂

责任校对: 刘红岩

责任印制: 王 沛

内容提要

本书分析了当前肥料施用中存在的诸多问题与认识上的误区，重点介绍了目前使用肥料的种类、自己动手配制肥料的方法、合理施肥关键技术、劣质肥料识别技术、肥料质量标准等。本书主要是为广大农民和各类从事推广、指导肥料使用的基层农业技术推广人员、研究人员等阅读参考，也可用于各种培训班的基础教材。

序

我国是粮食生产与消费大国，也是肥料生产与消费大国。肥料的正确、合理使用不仅关系到国家的粮食安全、生态环境改善等宏观问题，而且与千家万户农民的切身利益密切相关。然而，我国目前肥料的使用却不尽合理，存在着肥料配制不科学、施肥方法不得当，更有甚者市场上还经常出现一些假、劣肥料。结果是浪费了资源，污染了环境，坑害了农民。最近肥料管理部门抽查结果表明，全国仍存在许多肥料不符合肥料质量标准。又据专家们反映，因不合理使用化肥致使其利用率太低，平均氮肥利用率为30%~35%、磷肥利用率为20%~30%，钾肥利用率为30%~35%。农民每年由于盲目过量施肥造成的直接经济损失平均每公顷达650元，全国每年因盲目使用浪费化肥150多万吨，折合人民币20多亿元。

施肥的最终目的，不仅仅只是为了提高农作物产量，改善农产品质量，增加农民的经济收入，而且还要考虑培肥地力、改良土壤，以及施肥对土壤、水源和大气的影响。正是基于此因，我们组织有关专家编写了这本书。该书从分析当前肥料施用中存在的问题入手，重点介绍了肥料的种类、配制肥料的方法、合理施肥技术及因施肥不当造成的植物症状诊断等，论述由浅入深，可操作性强。深信本书的出版将会为读者拓展全新的视野，为农民奔小康、减本增效等方面提供新的知识和新的技术。

逢焕成 梁业森

2007年10月8日于北京

前 言

改革开放以来，肥料在促进粮食增产、农民增收中发挥了巨大作用。然而，近几年来，随着肥料价格的上涨，肥料在农业生产资料物质投入所占的比重越来越大，直接影响到广大农民的收益。此外，肥料的不合理使用还同时带来很多负面效应：耕地质量变差、环境污染加重、农产品质量下降等。因此，如何降低生产成本，生产无公害农产品是摆在我们面前的重要问题。

为了适应新的农业形势和广大农民的要求，我们编写了这本书。在编写内容上，我们力求贴近农业生产实际，为广大农民朋友和基层农业科技人员提供最新、最实用的知识与技术。在第一章中，主要对当前施肥中存在的一些误区进行了分析与评述；第二章主要介绍了我国目前使用的肥料的种类与作用；为了满足广大农民朋友的需要，降低生产成本，本书第三章特别介绍了有关肥料的简易配制方法，以供读者参考；在第四章中，主要介绍了测土施肥技术、植物营养诊断技术和无公害生产施肥技术；针对国内肥料流通市场存在的一些问题，我们在第五章和第六章中介绍了劣质肥料识别技术和肥料质量标准，旨在提高广大农民朋友的真假识别能力与自我保护意识。此外，还对部分肥料生产厂家进行了简介，以供参考。

本书的成稿得益于众多土壤肥料研究工作者的研究成果，编者表示感谢。要特别感谢梁鸣早、曹恭同志允许我们引用他们论文中的部分结果。他们的大力帮助激励着我们完成本书的编写工作。

由于编写时间仓促，而国内外有关肥料的科技成果层出不穷、日新月异，我们掌握的资料极其有限，有些新信息未能反映到本书中，加之编者水平有限，书中的缺点、错误和不足之处在所难免，殷切希望广大读者和科技人员对本书提出批评指正，愿本书成为编者与读者沟通的桥梁。

编者

2007年10月8日

目 录

第一章 走出施肥的误区	(1)
第一节 盲目施肥造成经济效益下降	(1)
一、盲目过量施肥造成的直接经济损失	(1)
二、每千克化肥的增产能力在下降	(3)
三、盲目多量施肥造成农产品品质下降,致使农产品缺乏 市场竞争力,严重影响农民的增收致富	(4)
第二节 过量、片面施用化肥造成的环境后果	(5)
一、造成地下水污染	(6)
二、造成对空气的污染	(7)
三、造成对土壤的污染	(8)
第三节 化肥能生产无公害农产品吗?	(10)
一、化肥与无公害农产品生产	(10)
二、硝酸盐肥料能否用于无公害生产	(11)
三、专家呼吁给化肥正名	(12)
四、关于有机食品、绿色食品和无公害农产品的异同	(13)
第四节 有机肥只有利而无害吗?	(20)
一、我国有机肥数量多,是农田重要的养分来源	(20)
二、畜禽粪便等有机肥源的重金属含量部分超标,施用 不当易污染农田	(20)
三、畜禽粪便的有机肥源也存在有机污染的隐患	(21)
第五节 合理施用有机肥与化肥	(22)
一、科学施用有机肥保障蔬菜安全生产	(22)
二、肥料的使用原则	(24)
三、有机肥与化肥配合施用是无公害农业施肥技术的发展 方向	(27)

第二章 肥料的种类与作用	(30)
第一节 概述	(30)
第二节 化肥的种类与作用	(31)
一、氮肥的种类与作用	(31)
二、磷肥的种类与作用	(35)
三、钾肥的种类与作用	(40)
四、中量元素肥料的种类与作用	(42)
五、微量元素肥料的种类与作用	(43)
六、叶面肥料	(48)
第三节 有机肥的种类与作用	(49)
第四节 微生物肥料的种类与作用	(51)
一、微生物肥料的种类	(51)
二、微生物肥料的作用	(51)
三、微生物肥料在使用过程中的注意事项	(52)
第五节 生物有机肥的种类与作用	(53)
一、生物有机肥的种类	(53)
二、生物有机肥的作用	(53)
第六节 新型高效肥料及其应用	(54)
一、涂层尿素	(54)
二、天然矿物类肥料增效剂	(55)
三、氨基酸类肥料增效剂	(55)
四、新型高效肥料增效剂	(55)
五、新型高效肥料	(56)
第三章 自己动手配制肥料	(61)
第一节 复混肥的配制	(61)
一、什么是复混肥料	(61)
二、复混肥料的含量标志	(61)
三、复混肥料的特点	(61)
四、复混肥料的生产发展动向	(62)
五、肥料混合的原则	(65)

六、投料量的计算	(67)
七、成粒方法	(67)
八、工艺流程	(68)
九、复混肥料生产常用设备	(68)
十、复混肥料产品质量标准	(69)
十一、复合肥生产举例(硝酸钾和硝酸钾系复合肥料的生产技术)	(69)
第二节 缓控释肥的配制	(72)
一、应用于控释肥料生产的控释技术	(72)
二、控释肥的控释材料	(73)
三、控释肥的制造工艺	(78)
第三节 叶面肥的配制	(85)
一、叶面施肥	(85)
二、叶面肥的种类	(85)
三、配制叶面肥的生产原料	(86)
四、叶面肥配制的生产工艺	(87)
第四节 有机无机复合肥的配制	(89)
一、腐殖酸—复混肥生产的工艺技术	(91)
二、垃圾有机无机复合肥工厂化生产	(93)
三、利用酒精废液生产复合肥	(94)
第五节 微生物肥料的配制	(95)
一、生物肥料的性质及其种类	(95)
二、生物肥料的作用	(99)
三、我国微生物肥料的发展趋势	(100)
四、微生物肥料施用中应注意的问题	(101)
五、根瘤菌剂	(102)
六、固氮菌剂	(104)
七、菌根制剂	(105)
第六节 有机—无机生物肥的配制	(105)
一、氨基酸有机无机生物肥	(106)

二、用鸡粪制有机—无机—生物复混肥	(107)
第四章 合理施肥关键技术	(109)
第一节 测土施肥技术	(109)
一、什么是复混肥料	(109)
二、什么是测土施肥	(110)
三、配方施肥的原理	(112)
第二节 植物缺素或过量营养的诊断	(116)
一、氮	(116)
二、磷	(118)
三、钾	(120)
四、硼	(121)
五、钙	(123)
六、铜	(125)
七、锰	(126)
八、钼	(128)
九、锌	(129)
十、镁	(131)
十一、铁	(133)
十二、硫	(135)
第三节 有关作物无公害生产施肥技术	(136)
一、无公害蔬菜施肥技术	(136)
二、无公害苹果生产施肥技术	(143)
三、无公害龙眼生产施肥技术	(144)
四、无公害大豆施肥技术	(145)
第五章 劣质化肥的识别	(147)
第一节 外包装识别技术	(147)
第二节 肥料外观识别技术	(147)
一、氮肥和钾肥	(147)
二、过磷酸钙	(148)
三、磷酸磷肥	(148)

四、复混肥料	(148)
五、七水硫酸锌	(148)
第三节 肥料物理识别技术	(149)
第四节 肥料化学识别技术	(150)
一、灼烧法	(150)
二、主要氮肥品种的鉴定方法	(151)
三、主要磷肥品种的鉴定方法	(152)
四、复混肥料的测定	(153)
第五节 真假化肥的简易识别方法	(154)
一、看	(155)
二、摸	(155)
三、嗅	(155)
四、烧	(156)
五、湿	(156)
第六节 快速识别常用化肥的方法	(156)
一、包装识别法	(157)
二、尿素识别法	(157)
三、磷肥识别法	(157)
四、复合肥识别法	(158)
五、其他方法	(160)
第六章 肥料质量标准	(160)
第一节 复混肥的国家质量标准	(160)
第二节 叶面肥的技术要求	(160)
第三节 微生物肥料的技术要求	(161)
附录:部分叶面肥与微生物肥料生产厂家	(165)
部分复合肥生产厂家	(169)

第一章 走出施肥的误区

“庄稼一枝花，全靠肥当家”。肥料的科学合理施用，可以提高产量、增加收益、改善农产品品质、提高土壤肥力、保护环境。但是近年来，随着肥料施用量越来越大，增产效果却越来越低，地变得越来越“馋”了，为了维持产量，农民们只好施更多的肥料。如此循环往复，投入越来越多，产出却越来越少，土地似乎被“肥魔”附身，而难以走出这一怪圈。产生这些问题的根本原因是长期以来在施肥方面存在很多误区。

第一节 盲目施肥造成经济效益下降

一、盲目过量施肥造成的直接经济损失

目前我国化学肥料的总产量和总施用量，都占世界的首位。化肥在农业生产成本（物资费用加人工费用）中占25%以上，占全部物资费用（种子、肥料、农药、机械作业、排灌等费用）的50%左右，国家、地方和农民都为此付出了很大的代价。农民每年为购买化肥要支付1400亿元。按耕地面积计算，每年平均每公顷购买化肥的费用为1005元。国家和地方每年为进口化肥支付35亿美元外汇。全国为增加化肥生产能力，每年投入160亿元。每年为生产化肥消耗能源6545万吨标准煤，占全国能源生产总量的5%。最新权威数据显示，我国农民每年由于盲目过量施肥造成的直接经济损失平均每公顷达650元。

目前农民施肥存在的误区主要有：

1. 土壤营养失衡

给土地施肥就好比给它吃饭。如今全人类都在讲究平衡膳食、均衡营养，土地似乎也该拥有均衡的营养供给。传统的施肥观念和习惯及我国化肥生产结构的严重不平衡，导致国内氮磷钾施用结构长期失衡，肥料的使用效率和边际效益下降很快。由于肥料的不平衡施用，引起土壤中其他养分耗竭，施肥效益下降，影响作物产量和品质，甚至带来一系列环境污染问题。所以，推荐施肥时必须考虑土壤中营养元素的综合平衡和均衡供应。此

外，大量偏施一种或几种营养元素肥料带来的环境问题也不容忽视。城市郊区常由于过量的氮肥施用导致地下水污染、硝酸盐含量严重超标等环境问题日趋严重。这些问题都是由于缺少合理施肥知识，违背平衡施肥原则造成的。

2. 患少而不患多

现在一些农民在施肥时，总害怕用量不够，而不怕用多。即便多了，他们也认为那是肉烂在自家锅里，并无大碍。这是农民在施肥观念上最明显的误区：不患多而患不足。其实这跟吃饭的道理是一样的。肉烂在自家锅里的说法一点道理都没有。这种观念上的误区亟待改变。有研究显示，我国在大田作物上，氮肥利用率不足30%，而在蔬菜、花卉、水果等经济作物农田上，氮肥利用率只有10%左右，较欧美等发达国家低10~30个百分点，肥料的不合理施用使得每年有400多万吨化肥白白浪费掉^[1]。

3. 施肥方法不当

不仅影响肥料的利用率，而且还影响着生产的经济效益。例如，当前肥料施用中常见的误区有：

(1) 有机肥晒干：人粪和鸡粪已成为大棚生产蔬菜的主要基肥，但菜农为了施用方便经常将人粪、鸡粪在田间晾晒水成干。这种做法会造成蝇蛆繁殖，氮素挥发，损失了肥料的氮素养分。

(2) 钙镁磷在碱性土壤上作基肥：钙镁磷是弱酸性肥料，不溶于水，在弱酸条件下才能逐步转化为水溶性磷酸盐被作物根系吸收，而在碱性土壤上施用，满足不了作物幼苗对磷的迫切需要，造成生理缺磷。

(3) 过磷酸钙地表撒施作追肥：磷在土壤中移动性小，移动范围在1~3厘米之间。所以表施很难传送到作物根际，因而起不到补充作物体内磷元素的作用。

(4) 尿素撒施后立即浇水：尿素是酰胺氮肥，易溶于水，施入土壤要经过分解才能转变为碳酸氢铵，被作物吸收利用，表施后立即浇水，易使尿素随水流失，降低肥效。

(5) 碳酸氢铵随水撒施：此种方法往往造成进水口肥料多，

作物长势不一，难于管理，而午后棚温升高，氨气从土壤中逸出，熏伤作物下部叶片，造成肥害。

由于盲目施肥，我国化肥当季利用率很低。其中全国氮肥当季利用率平均值仅为 30%，有的地区仅为 15% 左右；磷肥当季利用率为 10% ~ 15%。与发达国家比，我国化肥肥效和利用率存在很大差距。在西方发达国家，化肥的施用量正在缓慢减少。1980 年至 1995 年，德国的氮、磷、钾化肥的施用量分别下降了 20%、63% 和 60%，但粮食总产增加了 57%、单产增加了 80%。英国、法国、比利时等国家在化肥使用量平均减少 17.3% 的同时，粮食总产和单产分别增加了 13.8% 和 80.7%。中国农业科学院土壤肥料研究所张维理对全国 2300 多个县近年的化肥使用状况分析表明，目前全国绝大部分县投入化肥的氮磷钾养分比例不合理，分别有 1/10 的地区化肥用量严重不足或用量过高。云南某地土壤、气候条件近似的同村，不同农户在种植同种作物时，养分用量相差最高可达 10 倍。施肥不规范、养分供应失衡的问题十分突出。不合理施肥造成的养分供应失衡会引起一连串不良反应，使农产品质量下降。因肥料使用不合理引起的危害体现在三大方面：农田养分非均衡化加剧，使土壤更加“吃肥”，对物质、能源投入量需求加大；长期则造成耕地生产性能大幅度下降。

二、每千克化肥的增产能力在下降

据统计，在过去的 40 年间，化肥总用量与粮、棉总产量，以及化肥单位面积施用量与粮、棉产量均成显著或极显著正相关。我国粮食增产的 30% ~ 50% 来自化肥的应用，化肥的增产作用是明显的。但化肥的增产能力在下降，据全国化肥试验网统计资料分析，1962 年每千克氮素增产稻谷 15.5 ~ 18.0 千克，到 20 世纪 80 年代每千克氮素增产稻谷下降到 7.3 千克，仅为 60 年代初的 45% 左右，化肥的利用率呈明显下滑趋势。造成肥料增产能力下降的主要原因是多方面的，但肥料施用上的不合理是主要问题。

三、盲目多量施肥造成农产品品质下降，致使农产品缺乏市场竞争力，严重影响农民的增收致富

随着全球环保意识的增强，人们价值观念的转变，崇尚自然、注重安全、追求健康的思想将首先影响人们的消费行为。在消费领域，无公害、绿色产品将成为消费的主导潮流。尽管目前绿色产品开发和消费的数量有限，但人们已看到这类产品的市场潜力。据估计，当今市场上绿色产品已占5%~10%，今后的市场占有率将会越来越高。消费观念和消费行为的转变又直接影响国际贸易政策，使“绿色壁垒”成为新的主要贸易壁垒，各国对进口产品竞相制订越来越复杂且严格的环保技术标准，其中食品生产的环境标准是最高的。各国政府，尤其是欧、美、日等发达国家对食品中的有害物质的残留都要进行严格监测。在这种形势下，我国将面临严峻挑战。据有关部门不完全统计，若不及时采取措施，我国有数百个品种、50多亿美元的出口农产品将受到限制。

从食品的质量和安全性，国内外大致将其划分为三大类，即有机食品、绿色食品和无公害食品。有机食品是一类回归自然的食品，主张利用农业内部的物质循环，不使用任何人工合成的肥料、农药和生长激素等。在我国，将绿色食品分为AA级和A级。认为AA级绿色食品是与国际接轨的，即有机食品，在生产中禁止使用任何化学肥料。而A级绿色食品是根据我国情况的变通，在生产中可以使用像尿素、磷酸二铵等化肥，但禁止使用硝态氮肥。而无公害食品主要是从食品无污染和安全性考虑，是生产各种食品应当达到的共同要求（有关有机食品、绿色食品和无公害食品的差异，将在后面作详细解释）。一般来说，有机农产品的价格高于普通农产品50%至几倍，绿色农产品的价格高于普通农产品10%~20%，无公害农产品的价格略高于一般农产品。

为了追求高产，有的农民不惜大量施用化肥，尤其是偏施氮肥，不仅使蔬菜减产，品质下降，而且使蔬菜体内硝酸盐、亚硝酸盐含量增加，病害严重，对消费者的健康不利。表1-1是在不

同施氮量对大白菜体内硝酸盐和亚硝酸盐含量影响的研究结果。从表中数据可以清楚地看出，大白菜每公顷施氮肥超过 150 千克氮时，大白菜叶球内硝酸盐和亚硝酸盐含量超过对照 5 倍以上。

表 1-1 不同施氮量对大白菜体内硝酸盐、亚硝酸盐含量影响
(毫克/千克)

施氮水平 (氮, 千克/公顷)	0	150	300	600	900	1200
亚硝酸根离子	0.30	0.30	1.63	1.86	2.71	3.11
硝酸根离子	273	574	1158	1245	1510	1643

偏施氮肥还会造成蔬菜品质下降，影响销售价格和加剧病害，如表 1-2、表 1-3 所示。

表 1-2 不同施肥处理黄瓜畸形率调查

施肥处理	畸形率 (%)	平均 (%)	调查地块数
氮	33 ~ 37.6	35.3	8
氮磷钾	3.5 ~ 15.2	9.4	8

表 1-3 不同施肥处理大白菜软腐病调查

施肥处理	调查株数	发病率 (%)	病情指数
氮磷钾锌	126	19.9	6.7
氮磷钾	133	26.1	9.0
氮磷 + 1/2 钾	141	29.3	9.6
氮	128	65.4	29.6

例如，单一施用氮肥，不配合磷、钾肥的施用，黄瓜畸形率上升了近 4 倍，大白菜软腐病病情指数增加了近 5 倍。过量施用磷肥，使土壤中速效磷含量增加过多，养分供应发生新的不平衡，即由于磷过多而造成多种微量元素的缺乏，在蔬菜栽培中已可见到因为磷锌、磷铁颉颃而导致植株缺锌、缺铁症状的出现。近年来，不少地方的温室大棚因过量施肥而造成土壤中盐类浓度过高，蔬菜减产，甚至绝收，必须换地种植，增加了种植成本和农民负担，降低了农民的收入。

第二节 过量、片面施用化肥造成的环境后果

化肥的发明，是人类农业史上的一次革命，160 年来，化肥为农产品的增产作出了不可磨灭的贡献。然而随着化肥使用量的