

安徽现代农业职业教育集团服务“三农”系列丛书



化肥施用技术

陈世勇◎主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

安徽现代农业职业教育集团
服务“三农”系列丛书

Huafei Shiyong Jishu

化肥施用技术

主 编 陈世勇
副主编 张 平
参 编 朱 伟



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

化肥施用技术 / 陈世勇主编. —合肥:安徽大学出版社, 2014. 1
(安徽现代农业职业教育集团服务“三农”系列丛书)

ISBN 978-7-5664-0670-5

I. ①化… II. ①陈… III. ①化学肥料—施肥 IV. ①S143

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 302085 号

化肥施用技术

陈世勇 主编

出版发行: 北京师范大学出版集团
安徽大学出版社
(安徽省合肥市肥西路3号 邮编 230039)
www.bnupg.com.cn
www.ahupress.com.cn

印 刷: 安徽省人民印刷有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 148mm×210mm
印 张: 5.25
字 数: 146 千字
版 次: 2014 年 1 月第 1 版
印 次: 2014 年 1 月第 1 次印刷
定 价: 12.00 元
ISBN 978-7-5664-0670-5

策划编辑: 李 梅 武溪溪
责任编辑: 武溪溪
责任校对: 程中业

装帧设计: 李 军
美术编辑: 李 军
责任印制: 赵明炎

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 0551-65106311

外埠邮购电话: 0551-65107716

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 0551-65106311

丛书编写领导小组

组 长	程 艺			
副组长	江 春	周世其	汪元宏	陈士夫
	金春忠	王林建	程 鹏	黄发友
	谢胜权	赵 洪	胡宝成	马传喜
成 员	刘朝臣	刘 正	王佩刚	袁 文
	储常连	朱 彤	齐建平	梁仁枝
	朱长才	高海根	许维彬	周光明
	赵荣凯	肖扬书	李炳银	肖建荣
	彭光明	王华君	李立虎	

丛书编委会

主 任	刘朝臣	刘 正		
成 员	王立克	汪建飞	李先保	郭 亮
	金光明	张子学	朱礼龙	梁继田
	李大好	季幕寅	王刘明	汪桂生

丛书科学顾问

(按姓氏笔画排序)

王加启 张宝玺 肖世和 陈继兰 袁龙江 储明星

序

解决“三农”问题，是农业现代化乃至工业化、信息化、城镇化建设中的重大课题。实现农业现代化，核心是加强农业职业教育，培养新型农民。当前，存在着农民“想致富缺技术，想学知识缺门路”的状况。为改变这个状况，现代农业职业教育必然要承载起重大的历史使命，着力加强农业科学技术的传播，努力完成培养农业科技人才这个长期的任务。农业科技图书是农业科技最广博、最直接、最有效的载体和媒介，是当前开展“农家书屋”建设的重要组成部分，是帮助农民致富和学习农业生产、经营、管理知识的有效手段。

安徽现代农业职业教育集团组建于2012年，由本科高校、高职院校、县（区）中等职业学校和农业企业、农业合作社等59家理事单位组成。在理事长单位安徽科技学院的牵头组织下，集团成员牢记使命，充分发掘自身在人才、技术、信息等方面的优势，以市场为导向、以资源为基础、以科技为支撑、以推广技术为手段，组织编写了这套服务“三农”系列丛书，全方位服务安徽“三农”发展。本套丛书是落实安徽现代农业职业教育集团服务“三农”、建设美好乡村的重要实践。丛书的编写更是凝聚了集体智慧和力量。承担丛书编写工作的专家，均来自集团成员单位内教学、科研、技术推广一线，具有丰富的农业科技知识和长期指导农业生产实践的经验。



丛书首批共 22 册,涵盖了农民群众最关心、最需要、最实用的各类农业科技知识。我们殚精竭虑,以新理念、新技术、新政策、新内容,以及丰富的内容、生动的案例、通俗的语言、新颖的编排,为广大农民奉献了一套易懂好用、图文并茂、特色鲜明的知识丛书。

深信本套丛书必将为普及现代农业科技、指导农民解决实际问题、促进农民持续增收、加快新农村建设步伐发挥重要作用,将是奉献给广大农民的科技大餐和精神盛宴,也是推进安徽省农业全面转型和实现农业现代化的加速器和助推器。

当然,这只是一个开端,探索和努力还将继续。

安徽现代农业职业教育集团

2013 年 11 月

前言

农业生产是人类最重要的生产活动。现代人类的一切活动都是在现代农业生产基础之上进行的。农业生产系统实质上是一个能量转换系统——将太阳能转化成可以利用的生物能,农作物则是能量的转化者。农作物转化太阳能是在作物自身的生长发育过程中逐步完成的,需要水分、养分、空气、能量等。养分是作物生长发育重要的物质基础之一。农作物需要的养分主要是通过根系从土壤中吸收的,当土壤中的养分供应不能满足作物高产需要时,就需要施用肥料。

肥料分为有机肥料、化学肥料和生物肥料等类型。有机肥料因其供肥强度低、很难满足作物高产的需要而常被作为培肥地力的肥料。化学肥料是近现代对农业生产影响最为显著的肥料。在未来的农业生产中,生物肥料则有可能与化学肥料共同保障农业生产的发展。

1840年,德国科学家李比希提出植物营养的矿物质营养学说,为化学肥料的应用奠定了科学的理论基础,人们开始大规模研究和应用化学肥料(简称“化肥”)。100多年的研究与实践证明,化学肥料在促进农业生产的发展、满足人类对农产品的需求等方面发挥了重要作用。化学肥料因养分含量高、用量省、施用广泛、施用效果好等而成为目前农业生产中普遍施用的肥料类型。现代农业生产越来越多地依赖于化肥的生产与供应,没有化肥就没有现代农业。种庄

稼不能施用化肥的观点是片面的,这种观点不仅不符合基本科学规律,也不利于农业生产的发展。

化肥的施用也面临着农产品产量不高、农产品品质不良、农业经济效益降低、资源供应不足、环境污染严重等问题。这些问题归根结底是肥料施用方法的问题,是由施肥方法不科学造成的,并不是肥料本身的问题。只要坚持正确的理论指导,合理施用化学肥料,就可以充分发挥化肥的有效作用,降低化肥施用的风险。

为了使广大农民朋友正确认识、合理使用肥料,促进农业持续不断地发展,实现农业高产优质、资源高效、环境友好的目标,我们编写了本书。本书以普及科学技术、促进农业科技发展为目的,以对农业生产具有重要影响的化学肥料为对象,重点介绍各种化学肥料的成分、性质和施用方法,以期为农民朋友合理使用化学肥料提供帮助。

编者力图以通俗易懂的语言阐述科学施肥的原理和技术,由于编写水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者提出宝贵意见。

编者

2013年11月

目 录

第一章 化学肥料的特性	1
一、化学肥料和有机肥料的比较	1
二、化学肥料的供肥特性	2
第二章 氮肥	5
一、常用氮肥种类及其性质	5
二、植物缺氮的主要症状	13
三、氮肥的合理施用	15
四、施用化学氮肥使土壤酸化板结的原因及治理对策	27
第三章 磷肥	30
一、常用磷肥种类及其性质	30
二、植物缺磷的主要症状	35
三、磷肥的合理施用	37
第四章 钾肥	47
一、常用钾肥种类及其性质	47
二、植物缺钾的主要症状	51
三、钾肥的合理施用	53



第五章 钙镁硫肥	62
一、钙肥	62
二、镁肥	66
三、硫肥	70
第六章 微量元素肥料	73
一、微量元素肥料的重要性	73
二、各种微肥的增产效果	74
三、作物缺乏微量元素的主要原因	79
四、微量元素缺乏的土壤条件	81
五、微量元素的评价标准	85
六、微量元素缺乏的诊断	87
七、常用微肥种类、性质、施用方法与用量	92
第七章 复合肥料	98
一、复合肥料的类型	98
二、复合肥料的优缺点	99
三、科学选用复合肥料	99
四、复合肥料的施用方法及用量	101
第八章 化学肥料的简易识别方法	104
一、直观法	104
二、溶解法	107
三、灼烧法	110
第九章 肥料的贮存和混合	113
一、肥料的贮存	113



二、肥料的合理保管	115
三、肥料的混合施用	116
第十章 配方施肥技术	120
一、测土配方施肥的概念	120
二、配方施肥的意义和内容	121
三、测土配方施肥的原理	122
四、配方施肥技术原则	125
五、配方施肥的基本技术	126
六、配方施肥中的若干参数	128
七、实施测土配方施肥的步骤	130
八、肥料效应田间试验	132
九、田间基本情况调查	140
十、配方肥料合理施用	141
十一、开展配方施肥典型实例	142
附录	149
一、植物营养元素缺乏症检索简表	149
二、植物营养元素缺乏症与过剩症易发现部位示意图	150
三、配方施肥建议卡参考式样	151
四、测土配方施肥土样采集标签	152
五、主要作物养分含量表	153
六、主要作物单位产量养分吸收量	154
参考文献	155

第一章

化学肥料的特点

一、化学肥料和有机肥料的比较

1. 化学肥料的基本特性

工厂使用化学和(或)物理方法制成的含有一种或几种农作物生长必需营养元素的肥料称为“化学肥料”,简称“化肥”,也称“矿质肥料”。

化肥有以下几个基本特性。

(1)以无机物质(矿物质)为主 化学肥料的成分一般以无机物质(矿物质)为主。

(2)养分比较单一 通常只含有一种或几种农作物生长发育所必需的营养元素。

(3)养分含量相对较高 养分含量一般都在10%以上,最高的超过80%。

(4)溶解性好 化肥多数为水溶性或弱酸溶性化合物,属于速效性营养物质,能直接被根或叶面吸收。

(5)性质不稳定 环境条件不稳定时,肥料成分和性质会发生明显变化。

2. 有机肥料的基本特性

有机肥料是指来源于植物和(或)动物、施于土壤、以提供植物养分为主要功效的含碳物料,一般由动物、植物的残体或排泄物制成。

有机肥料有以下几个基本特性。

(1)含有大量有机质 有机肥料含有大量的有机质,其中很多养分以有机态形式存在。

(2)含有多种养分 有机肥料含有多种养分,所含养分全面均衡,且含有一定数量的有机营养物质及生物活性物质。

(3)养分含量低 有机肥料中养分含量低,需要大量施用。有机肥料往往含有一定水分,体积大,运输和施用没有化肥方便。

(4)含有大量微生物 有机肥料中含有大量的微生物,可以促进土壤中有有机物质的转化,有利于土壤肥力的不断提高。

3. 有机肥料和化学肥料基本特性比较

常用有机肥料和化学肥料基本特性比较见表 1-1。

表 1-1 常用有机肥料和化学肥料的基本特性比较

肥料特性	有机肥料	化学肥料
肥料种类	多	多
有机质含量	多	无
养分	全面,但含量较低	较单一,但含量高
微生物	多	无

二、化学肥料的供肥特性

1. 化学肥料的供肥特性

化学肥料根据其所具有的特性,在供肥上往往具有以下几个特点。

(1)肥效单一 化学肥料提供的营养元素种类少,若不能根据土壤养分含量状况配合多种化学肥料施用,则施肥的效果将受到很大影响。

(2)肥效迅速、供肥强度大 作物吸收的养分,主要是根从土壤溶液中吸收的可溶性养分,而且 99% 以上的养分是离子态养分。这就是说,作物所吸收的养分必须能溶解于水,呈离子态,才能及时地被作物所利用。所有化肥中的养分一般都为水溶性或弱酸溶性,施用后可立即溶解或在一定时间内转化为水溶态存在于土壤溶液中,被作物吸收利用。由于其肥效迅速、供肥强度大,所以可以在短期内满足作物对养分的需求,这对关键时期的施肥非常重要。在作物生长发育期间,有两个施肥关键期,一是营养临界期,二是最大效率期。营养临界期一般在苗期(三叶期)和花芽形成时期,此期需肥量不大,但不能缺肥,而且养分比例必须适当,不然对作物生长和产量形成影响很大。最大效率期通常是作物生长最快的时期,需肥量很大,在同等条件下,在此期施肥增产效果最好。

(3)肥效持续时间短 施用化肥后,大量的有效养分很快被作物吸收,不能及时被吸收的则有可能通过某种途径(如挥发、流失、沉淀等)从土壤溶液中消失,失去肥效。土壤中失去的养分会进入生态环境中,长期如此会造成环境污染。

(4)对土壤性状影响明显 化肥施入土壤后,在一定程度上能按要求改变或调控土壤中某种营养元素的浓度,改变土壤中各种形态养分原有的比例,同时也可能影响土壤的某些理化性质,如 pH 等。这些都会促使土壤发生明显的养分转化,从而导致土壤肥力发生变化。化肥的主要作用是供给作物矿物质营养,而培肥土壤的作用较弱,很多化肥中含有副成分(与有效养分伴生而作物又不需要的成分),长期施用可能会给土壤带来不良影响。

总体来看,化肥对提高作物产量和品质有重要作用,但化肥仅能给作物提供矿质营养,一般无培肥作用。在化肥储存、运输、二次加工与施用等环节中对操作都有一定的要求,若处理不当,有可能使肥

料本身的理化性状变差、养分损失或有效性降低,并导致农作物减产。

2. 化学肥料和有机肥料的肥效特性比较

化学肥料和有机肥料的肥效特性比较见表1-2。

表 1-2 化学肥料和有机肥料的肥效特性比较

序号	化学肥料	有机肥料
1	成分单一,养分不全面,常含有副成分,部分肥料含有有害成分。	养分全面,既无机成分又有有机成分和激素等,熟化后一般无有害成分。
2	养分浓度高,有速效性,但易流失、挥发和被土壤固定,肥效不持久。	养分浓度低,肥效缓而小,养分不易损失。
3	一般不含有机物。	富含有机物,经微生物转化分解后,变为植物可利用的养分。
4	在土壤中以水溶性、代换性状态存在,能被植物直接吸收利用。	须经过一系列的转化分解,如细菌化、腐殖化、矿质化和无害化,转为植物可吸收利用的养分形态。
5	单施容易造成土壤酸化板结,破坏土壤结构,降低土壤保肥能力。	能改变土壤结构,有利于形成良好的土壤结构,从而提高土壤保肥、供肥能力。
6	肥效有浓度高、快而及时的特点,能适应高产量、高水平农业发展的需要。	肥效有浓度低、缓而小的特点,只能满足稳而低的生产水平。
7	单施会降低土壤有机质含量,但从物质循环角度来看,却能提高有机质的循环。	单一有机质的循环为封闭式,每循环一次降低土壤有机量 $1/3 \sim 1/2$,人粪尿几乎不能增加土壤有机量,最终降低了有机质循环的物质基础。
8	通过配合和混配施用,可满足作物高效、高强度、临界营养期等的需要,能充分发挥肥料供肥的针对性、需要性、合理性等特点。	低浓度时养分平衡,但不能适应作物各营养期的特殊需肥。
9	化肥通过组合能产生附加效应、联应效应、综合效应等。	对土壤微生物可引起起爆效应,即加入新鲜有机质可引起土壤原有机质的快速分解。
10	须根据土壤、作物和不同生育期采取不同的施肥方式,如专用型肥料叶面施肥技术等。	不适合对特定土壤和作物施肥,一般只适宜作基肥或早期追肥。

第二章 氮肥

一、常用氮肥种类及其性质

1. 尿素

尿素是一种高浓度速效氮肥,既可以直接施用,也可以用于生产多种复合肥料,在畜牧业中还可用作反刍动物的饲料,是现在农业生产中用量最大的氮肥品种。尿素在土壤中不残留有害物质,一般长期施用对土壤没有不良影响。尿素有吸湿性,通常在尿素生产过程中加入疏水物质并造粒,可降低吸湿性,改良物理性状。尿素在造粒中温度过高会产生少量缩二脲,又称“双缩脲”,该物质对作物生长有抑制作用。我国规定,用作肥料的尿素中缩二脲含量应小于1.5%。缩二脲含量超过0.5%的尿素,不能用作种肥、苗肥和叶面肥。

(1)尿素的成分 尿素为人工合成的有机态氮肥,化学成分为 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$,含氮量在46%以上。尿素是含氮量最高的固体氮肥。

(2)尿素的性质 尿素为白色颗粒,粒径为1~2毫米。因尿素具有吸湿性,当空气中的相对湿度大于其吸湿点(临界相对湿度)时,尿素就会因吸收空气中的水分而潮解。尿素易溶于水,20℃时溶解度为105克,溶解度较大。

尿素施入土壤后,会溶解成为中性有机小分子物质,不带电荷,不易被土壤吸附,移动性较强,易随水流失。所以,施用尿素后不应立即大量灌水。而尿素在充分溶解后,其分子可与土壤胶体以氢键方式结合在一起,从而避免流失。

作物能够直接吸收尿素,但数量不多。尿素需要转化成碳酸铵后才能被作物大量吸收,所以它的肥效不及铵态或硝态氮肥快,但尿素仍然属于速效肥,因为它转化为碳酸铵的时间不长。土壤中的尿素在微生物分泌的脲酶的作用下转化为碳酸铵,碳酸铵可进一步分解成为氨、二氧化碳和水。尿素分解的快慢取决于脲酶的活性,即微生物的活性。微生物的活性随温度升高而增强,所以尿素在夏季一般1~2天可全部分解完成,在冬季则需要1周左右的时间。尿素分解过快,会造成酰胺态氮转化为氨而损失。

尿素与碱性物质接触会导致氮素损失。因此在偏碱性的土壤上施用尿素时,可能发生氨挥发损失,损失量占施入量的12%~50%。

(3)尿素的贮运 尿素在贮运过程中,要防止受潮,以免养分损失。同时,尿素也不能与碱性物质混合存放。

(4)尿素的施用 尿素适宜于多种作物和各种土壤,可作基肥和追肥施用,但一般不宜作种肥和幼苗期肥施用。首先,尿素本身具有一定的生物毒性,施用过多会影响种子发芽和幼苗生长。其次,尿素含有一定量的缩二脲。缩二脲是一种渗透活性物质,达到一定含量时会引起种子细胞脱水,对作物幼根、幼芽有抑制作用。第三,尿素在土壤里的分解过程中,会产生较高浓度的氨,容易烧种、烧苗。禾谷类作物用尿素作种肥,往往具有较好的增产效果。若用尿素作种肥,应使尿素与种子隔开2~3厘米,可以有效防止烧种、烧苗。或者将尿素与细土混合后施在种子下面,尽量不让尿素与种子接触。

尿素作根外追肥(叶面喷施)的效果比其他氮肥好。尿素作根外追肥的浓度一般对作物为1%,对秧苗为0.5%。在早上或傍晚喷施尿素效果较好。