

黄照愿 编著

Kexue Shifei

科学施肥

(第二次修订版)

全国
“星火计划”丛书
全国首届“兴农杯”优秀
农村科技图书三等奖
本书总印数已达
30万册以上

科学施肥

(第二次修订版)

金盾出版社

金盾出版社

全国“星火计划”丛书

科 学 施 肥

(第二次修订版)

黄照愿 编 著

本书荣获全国首届“兴农杯”
优秀农村科技图书三等奖

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本书由中国农业科学院土壤肥料研究所黄照愿研究员编著。第一版自1991年出版以来,受到广大读者欢迎,1997年进行了修订,现已发行33.3万册。作者根据广大读者的要求和建议,以我国多年的肥料科研成果为基础,对本书再次进行了修订,对书中化学肥料、复合肥料、微量元素肥料、粮食作物的施肥、蔬菜的施肥、配方施肥技术等重点章节做了修改补充,增加了不同作物对养分的需要与利用率等内容。第二次修订版的内容更加丰富、全面,技术更为先进实用,适合广大农户、基层单位农业技术人员和农业院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

科学施肥/黄照愿编著. —第二次修订版. —北京:金盾出版社,2007.3

ISBN 978-7-5082-4449-5

I. 科… II. 黄… III. 施肥-技术 IV. S147.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第004688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:北京精美彩印有限公司

正文印刷:北京金盾印刷厂

装订:海波装订厂

各地新华书店经销

·开本:787×1092 1/32 印张:6.125 字数:140千字

2007年3月第2次修订版第15次印刷

印数:333001—344000册 定价:7.00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)

《全国“星火计划”丛书》编委会

顾问：杨 浚

主任：韩德乾

第一副主任：谢绍明

副主任：王恒璧 周 谊

常务副主任：罗见龙

委员（以姓氏笔画为序）：

向华明 米景九 达 杰（执行） 刘新明

应日珽（执行） 陈春福 张志强（执行）

张崇高 金 涛 金耀明（执行） 赵汝霖

俞福良 柴淑敏 徐 骏 高承增 蔡盛林

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

目 录

第一章 概 述	(1)
一、肥料的概念	(1)
二、肥料对培肥与供肥的作用	(1)
(一)有机质分解、释放各种养分(2)	(二)促进土壤
土壤中微生物的活动(2)	(三)改良土壤(2)
(四)活化磷的作用(2)	
三、作物需要的主要营养元素	(2)
四、作物从土壤中吸收的养分	(3)
五、科学施肥和肥料利用率	(4)
六、肥料施用方法	(5)
(一)基肥法(5)	(二)种肥法(5)
(三)追肥法(6)	(四)根外追肥法(6)
第二章 营养元素的供给	(7)
一、植物的基本营养元素	(7)
二、养分对植物的营养作用	(7)
(一)氮素的营养作用(7)	(二)磷素的营养作用
(8)	(三)钾素的营养作用(8)
(四)微量元素的营养作用(9)	
三、土壤中的营养元素	(10)
(一)土壤养分的来源(10)	(二)土壤养分的消耗
(11)	
四、土壤营养元素的供应	(11)
(一)土壤中的氮素供应(11)	(二)土壤中的磷素
供应(12)	(三)土壤中的钾素供应(13)
(四)土壤中的微量元素供应(13)	

五、主要土壤类型的养分供应状况	(15)
(一)各类土壤中氮素含量(15)	
(二)各类土壤中磷素含量(16)	
(三)各类土壤中钾素含量(16)	
(四)各类土壤中微量元素含量(17)	
第三章 农家肥料与绿肥	(18)
一、农家肥料的种类、成分	(18)
二、农家肥料的特性与施用	(21)
(一)人粪尿的特性与施用(21)	
(二)猪厩肥的特性与施用(21)	
(三)马粪的特性与施用(21)	
(四)牛粪的特性与施用(22)	
(五)羊粪的特性与施用(22)	
(六)兔、禽粪的特性与施用(22)	
(七)沼气肥的特性与施用(23)	
(八)熏土、炕土的特性与施用(23)	
(九)草木灰的特性与施用(23)	
(十)饼肥的特性与施用(24)	
三、绿肥的种类及在农业上的应用	(24)
(一)绿肥的区分和种类(25)	
(二)绿肥在农业中的作用(25)	
(三)绿肥的种植方式(27)	
(四)绿肥栽培的施肥(29)	
(五)合理施用绿肥(30)	
第四章 化学肥料	(31)
一、化学肥料的种类与成分	(31)
二、氮、磷、钾化学肥料的科学施用	(33)
(一)氮肥的合理施用(33)	
(二)磷肥的合理施用(38)	
(三)钾肥的合理施用(43)	
三、钙、硫、镁化学肥料的科学施用	(45)
(一)钙肥的合理施用(45)	
(二)硫肥的合理施用(51)	
(三)镁肥的合理施用(53)	
第五章 复合肥料	(55)
一、复合肥料的类型及成分	(55)
(一)化学合成复合肥料(55)	
(二)混合复合肥料(55)	

二、复合肥料的施用方法及用量	(57)
(一)复合肥料的施用方法	(57)
(二)施用复合肥料应注意的问题	(57)
第六章 微量元素肥料	(62)
一、微量元素肥料的种类、性质	(62)
(一)按所含营养元素划分	(62)
(二)按养分组成划分	(62)
(三)按化合物类型划分	(63)
二、作物、果树缺微量元素的症状	(63)
(一)作物、果树缺铁症状	(63)
(二)作物缺锰症状	(64)
(三)作物缺锌症状	(64)
(四)作物、果树缺硼症状	(64)
(五)作物、果树缺铜症状	(64)
(六)作物、蔬菜缺钼症状	(65)
三、几种常用微量元素肥料的施用方法与用量	(65)
(一)锌肥的合理施用	(66)
(二)硼肥的合理施用	(68)
(三)钼肥的合理施用	(71)
(四)锰肥的合理施用	(73)
(五)铁肥的合理施用	(76)
(六)铜肥的合理施用	(77)
(七)硅肥的合理施用	(78)
第七章 细菌肥料和腐殖酸肥料	(80)
一、细菌肥料	(80)
(一)根瘤菌肥料	(80)
(二)固氮菌剂	(80)
(三)磷细菌剂(肥)	(80)
(四)钾细菌剂(肥)	(81)
(五)联合细菌肥料	(81)
(六)5406 抗菌剂	(81)
二、腐殖酸肥料	(82)
(一)腐殖酸肥料的定义	(82)
(二)腐殖酸肥料的施用方法与用量	(82)
第八章 粮食作物的施肥	(84)
一、水稻	(84)
(一)氮、磷、钾、锌肥的适用量与比例	(85)
(二)水稻秧田施肥技术	(88)
(三)水稻本田施肥	

技术(90) (四)水稻施用锌肥的几种方法(93)	
二、小麦.....	(94)
(一)农家肥与化肥的合理配合(94) (二)氮、磷、钾、锌、硼肥的适用量(94) (三)小麦施肥方法(98)	
三、玉米.....	(98)
(一)基肥(98) (二)追肥(101) (三)氮、磷、钾配合施用对产量的影响(103) (四)锌肥的施用(103)	
四、谷子、高粱.....	(105)
(一)谷子(105) (二)高粱(106)	
五、甘薯、马铃薯.....	(107)
(一)甘薯(107) (二)马铃薯(108)	
第九章 油料作物的施肥	(110)
一、花生	(110)
(一)花生的施肥(110) (二)花生施用钼、硼肥(111)	
二、油菜	(111)
(一)基肥(111) (二)追肥(111) (三)油菜施用硼肥技术(112)	
三、大豆	(112)
(一)大豆各生长阶段所需养分(113) (二)大豆施肥方法(113)	
第十章 纤维作物的施肥	(114)
一、棉花	(114)
(一)重施基肥(114) (二)追肥的施用(115) (三)氮、磷、钾化肥配合施用(118) (四)棉花施用硼肥(118)	
二、麻类	(119)
(一)苧麻(119) (二)黄麻(120) (三)红麻(120) (四)亚麻(121)	

第十一章 糖料作物的施肥	(122)
一、甘蔗	(122)
(一)甘蔗的施肥技术(122) (二)甘蔗氮、磷、钾元素配比施用(123)	
二、甜菜	(124)
(一)基肥(124) (二)种肥(124) (三)追肥(125) (四)根外追肥(125)	
第十二章 果树的施肥	(126)
一、苹果树	(126)
(一)根部施肥(126) (二)根外施肥(127)	
二、桃树、梨树	(127)
(一)桃树(127) (二)梨树(128)	
三、葡萄、草莓	(128)
(一)葡萄(128) (二)草莓(129)	
四、柑橘树	(129)
(一)冬肥(129) (二)春肥(129) (三)稳果肥(129) (四)壮果肥(129)	
五、荔枝树、龙眼树	(131)
(一)荔枝树(131) (二)龙眼树(132)	
六、香蕉、菠萝	(133)
(一)香蕉(133) (二)菠萝(134)	
七、枇杷树、杨梅树	(135)
(一)枇杷树(135) (二)杨梅树(135)	
八、板栗树、核桃树	(135)
(一)板栗树(135) (二)核桃树(136)	
第十三章 烟草、茶树、桑树的施肥	(137)
一、烟草	(137)
(一)氮、磷、钾元素对烟草生长的影响(137)	
(二)烟草施肥技术(137)	
二、茶树	(139)

(一)基肥(139)	(二)追肥(139)	
三、桑树		(143)
(一)施肥时期(143)	(二)施肥量和施肥方法	
(144)		
第十四章 蔬菜的施肥		(147)
一、蔬菜摄取主要营养元素的类型		(147)
(一)高氮型的蔬菜(147)	(二)中氮型的蔬菜	
(147)	(三)低氮型的蔬菜(148)	
二、蔬菜产量与氮、磷、钾元素的关系		(148)
三、蔬菜施肥方法		(150)
(一)大白菜(150)	(二)结球甘蓝(152)	(三)黄
瓜(153)	(四)番茄(154)	(五)茄子(157)
(六)甜(辣)椒(158)	(七)菜豆、豇豆(159)	(八)
蒜、姜(160)	(九)西瓜(162)	(十)甜瓜(164)
四、蔬菜根外追肥		(165)
第十五章 配方施肥技术		(168)
一、配方施肥的意义和内容		(168)
二、配方施肥的基本技术		(168)
(一)地力分区(级)配方法(168)	(二)目标产量	
配方法(169)	(三)田间试验配方法(170)	
三、配方施肥中的若干参数		(171)
(一)目标产量(171)	(二)肥料利用率(171)	
(三)单位产量养分吸收量(172)	(四)换算系数	
“0.15”(172)	(五)养分丰缺指标(172)	(六)地
力分级(172)		
附录 1 肥料的混合问题		(173)
附录 2 真假化肥的简易识别方法		(175)
附录 3 怎样估算作物施肥量		(177)
附录 4 不同作物对养分的需要与利用率		(180)

第一章 概 述

一、肥料的概念

一般认为,凡是施入土壤中或是用于处理植物(作物)的地上部分,能够改善植物营养状况和土壤条件的一切有机物和无机物,都称为肥料。按它们的作用,可分为直接肥料和间接肥料,前者可以直接作为植物养料供给源,后者多为改善土壤物理、化学特性而间接影响植物的生长发育。按肥料的来源可分为自然肥料和工业肥料,前者指在当地收集利用、种植和加工的肥料,后者指在工厂制造或者作为工业废品处理的肥料,其中工厂制品多称为化学肥料。按照肥料的化学成分的组合,可以分为单一肥料(只含一种养分要素,如尿素)、复合肥料(含一种以上养分要素,如磷酸铵)和完全肥料(含氮、磷、钾三要素)。按照它们肥效的快慢可分为速效肥料、缓效肥料、迟效肥料和长效肥料等。

二、肥料对培肥与供肥的作用

土壤中所保存的养分,有的易为作物吸收利用,有的难为作物吸收利用。一般可以根据土壤的供肥性能,将土壤中的养分区分为潜在养分和有效养分两大类。潜在养分以有机质

和难溶性矿质养分为主,有效养分则以交换性养分与水溶性养分为主。土壤有机质含量并不太多,一般只占百分之几或更少。但是,有机质在土壤肥力上的作用与意义却十分重要。它不仅是植物营养元素的重要来源,同时还能改善土壤的理化性状、生物性状。因此,群众常用“乌”、“黑”、“油”等来表示土壤中含有机质多少,来评定土壤的肥沃程度。

有机质培肥土壤的作用,表现在以下几个方面。

(一)有机质分解、释放各种养分 有机质中含有各种植物营养元素,有机质在分解过程中,释放出氮、磷、钾、微量元素和有机酸等各种养分,可供作物生长的需要。

(二)促进土壤中微生物的活动 土壤中微生物所需的营养物质,直接或间接来自有机物质,当土壤中有有机质丰富时,能促进有益微生物的旺盛活动,有利于作物生长发育。

(三)改良土壤 有机质的分解产物与土壤微粒黏结在一起形成团粒,这些团粒有助于保持土壤疏松,更有效地保水和保肥,减少土壤中养分的淋失。

(四)活化磷的作用 土壤中的磷化合物,一般不易呈速效态供作物吸收,而土壤有机质或腐殖质能与难溶性的磷起反应,加速磷的溶解,增加作物对磷的吸收利用。

由此可见,通过不断向土壤添加农家肥和化肥,便能不断培肥土壤,使作物生长茂盛,增加产量。

三、作物需要的主要营养元素

一般是指凡是各种作物能够获得正常生长发育必不可少

的营养元素,都可以称为作物必需(主要的)营养元素。据研究资料表明,作物必需营养元素有 16 种,这些元素有:碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)、铁(Fe)、锰(Mn)、锌(Zn)、硼(B)、钼(Mo)、铜(Cu)、氯(Cl)。

上述这些元素,作物的需要量有很大差别,一般习惯上把作物需要量大些的(如碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫)通称为大量元素,把作物需要量少的(如含量在 0.01% 以下的几种元素)称为微量元素。因作物通常对氮、磷、钾需要量较多,所以也称它们为“肥料三要素”。

四、作物从土壤中吸收的养分

植物主要通过根系吸收养分。根系吸收的养分主要是土壤中水溶性的离子态养分,有 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Mn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 HBO_3^- 、 $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ 、 MoO_4^{2-} 、 Cl^- 等。当土壤中的无机养分不能满足植物的需要时,就需要通过施肥来补充。植物根系也能吸收少量小分子的分子态有机养分,如尿素、氨基酸、糖类、磷脂类、植物碱、生长素和抗生素等,这些物质在土壤、粪肥、堆肥中都存在。但是,土壤中能被根系吸收的有机分子种类不多,有机分子也不如离子态养分易被植物吸收,因此矿质营养始终是植物养分吸收中的主要形态。

植物除了根系可吸收养分外,还可以通过茎、叶吸收养分。植物所需的碳和氧就主要是靠叶片从大气中吸收二氧化

碳。叶片也可以吸收矿质营养。利用这一特点,在农田生产中常常通过叶片喷施肥料的方法来供给植物养分,这一方法在植物根系吸收能力因衰老或不良环境而减弱,或土壤施肥难以操作、难以达到效果时,最为有效。叶面施肥肥效快、利用率高、节省肥料,具有很多特点和优点,在生产中已得到广泛应用,但它只是根部营养的一种辅助手段。对于植物需要量较大的元素(如氮、磷、钾),主要还是依靠根系从土壤中吸收。

任何植物生长发育都需要吸收 16 种必需营养元素,但不同植物需要的数量是不同的。植物的营养特性是植物本身生物学特性所决定的,而这些特性又是合理施肥的重要依据。

不同种类作物对养分的需求是不同的,禾本科作物、棉花、叶菜类蔬菜及多年生果树都需要较多的氮;豆科作物因为可以通过根瘤菌固定空气中的氮素,所以相对需要磷、钾较多;而甘薯、马铃薯、烟草、甜菜、麻类等经济作物则需钾较多。

五、科学施肥和肥料利用率

施肥的主要目的是以增加营养元素来满足作物对营养方面的要求,提高作物产量和质量,因此科学施肥就显得很重要。一般情况下要掌握以下要点:施肥必须起到使作物获得优质、增产的作用;要能以最少的投入获得最大的经济效益;要能改善土壤养分条件,为增加产量创造良好的基础;同时还要注意不浪费肥料以及避免施肥可能产生各种副作用。

除此之外,要考虑作物的营养特性,因为各种作物的营养

特性是不同的。要考虑各地土壤条件,考虑土壤中各养分含量、供肥能力等;同时也必须考虑各地区气候与施肥的关系,如干旱地区或多雨水地区、低温和高温季节等不同气候条件下,要因地制宜,掌握好科学施肥。

肥料利用率是指当季作物从所施用肥料中吸收利用的养分占肥料中该种养分总量的百分数。据研究资料表明,我国在目前栽培技术和管理水平下,化肥利用率大致在以下范围:氮肥为30%~50%,磷肥10%~20%,钾肥40%~70%。由此看出,我国目前化肥利用率低,结果会造成施了不少化肥,产量增加不多。如果加上施肥不科学、不合理,少施或多施等都不可能实现理想的增产、优质的目的。所以科学施肥、合理施肥,就显得更加重要。

六、肥料施用方法

肥料施用方法主要有下面几种。

(一)基肥法 基肥(亦称底肥)是播种前结合耕地施用的肥料,施用基肥的目的是培肥和改良土壤,不断地供给养分,保证作物整个生长发育期间对养分的需求。一般来讲,基肥用量较大(约占总用肥量的一半以上),并且多采用肥效持久的农家肥料如厩肥、堆肥、土杂肥等。另外,磷矿粉、过磷酸钙等化肥,也可作为基肥适量施用。

(二)种肥法 一般是播种时将少量肥料随种子施入一定深度土中。由于种肥是与种子混合在一起,因此对肥料种类、用量的要求比较严格,一旦施用不当,容易引起烧苗、烂种,造

成缺苗。用作种肥的肥料,应当是容易被幼苗吸收的速效肥料。如硫酸铵作种肥较合适。碳酸氢铵、硝酸铵、氯化铵、尿素不宜直接接触种子,原则上不宜用作种肥。过磷酸钙可作种肥,但含酸较高的磷肥绝对不宜作种肥。微量元素可作种肥用,但要严格控制用量。一般氮肥用量为每 667 平方米 2.5~5 千克,过磷酸钙每 667 平方米 7~10 千克,要压碎并掺入少量干细土搅匀后施用。

(三)追肥法 追肥是在作物生长期施用的肥料,一般多施用速效性化肥或腐熟良好的农家肥。用氮肥作追肥时,应尽量用化学性质稳定的氮肥,如硫酸铵、硝酸铵、尿素等。钾化肥一般不作追肥用。

(四)根外追肥法 根外追肥是一种用肥少、收效快的辅助性施肥方法。尤其是在作物生长中、后期,由于根系吸收养分不足,作物需要补充养分时,可以根外追肥。氮、磷、钾及微量元素等化肥都可用作根外追肥,但要注意用量与浓度。