



千乡万村书库

# 化肥施用技术

钱晓刚 编



贵州科技出版社

千乡万村书库

# 化肥施用技术

钱晓刚 编

贵州科技出版社  
·贵阳·

总策划/丁 聪 责任编辑/刘世强 封面设计/黄翔  
装帧设计/朱解艰

## 图书在版编目(CIP)数据

化肥施用技术/钱晓刚编. —贵阳:贵州科技出版社,  
1999. 8

ISBN 7-80584-860-2

I. 化… II. 钱… III. 施肥 IV. S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 19125 号

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004)

出版人:丁 聪

贵州新华印刷厂印刷 贵州省新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 32 开本 2.875 印张 58 千字

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

印数 1-1 0000 定价 3.85 元

黔版科技图书,版权所有,盗版必究

印装有误,请与印刷厂联系

厂址:贵阳市友谊路 186 号,电话:(0851)6747787

# 序

王 三 运

为我省乡村图书室配置的《千乡万村书库》130余种图书,在建国50周年之际,由贵州科技出版社正式出版发行了。该丛书的出版发行,给贵州大地带来了一股科学的春风,为广大农民朋友脱贫致富提供了有力的智力支持,必将为推进我省“科教兴农”战略的实施,促进我省农村经济的发展起到积极而重要的作用。

贵州农业比重大,农村人口多。多年的实践表明,农业兴则百业兴,农村稳则大局稳,农民富则全省富。要进一步发展农村经济,提高农业生产水平,实现脱贫致富奔小康,必须走依靠科技进步之路,从传统农业开发、生产和经营模式向现代高科技农业开发、生产和经营模式转化,逐步实现农业科技革命。而要实现这一目标,离不开广大农民科学文化素质的提高。出版业,尤其是科技出版社,是知识传播体系、技术转化服务体系的重要环节。到目前为止,出版物仍然是人类积累、传播、学习知识的最主要载体,是衡量知识发展的最重要的标志之一。编辑出版《千乡万村书库》的目的,正是为了加大为“三农”服务的力度,在广大农

村普及运用科学知识,促进科技成果转化。

《千乡万村书库》在选题上把在我省农村大面积地推广运用农业实用技术、促进农业科技成果转化和推广作为主攻方向,针对我省山多地少、农业科技普及运用不广泛,农、林、牧、副业生产水平低的实际情况,着重于实用技术的更新,注重于适合我省省情的技术推广,偏重于技术的实施方法,而不是流于一般的知识介绍和普及。在技术的推广上强调“新”,不是把过去的技术照搬过来,而是利用最新资料、最新成果,使我省广大农民尽快适应日新月异的农业科技水平。在项目选择上,立足于经济适用、发展前景好的项目,对不能适应市场经济发展需要的项目进行了淘汰,有针对性地选择了适合我省农村经济发展、适应农民脱贫致富的一些项目;如肉用牛的饲养技术、水土保持与土壤耕作技术、蔬菜大棚栽培与无土栽培技术,以及适应城市生活发展需要的原料生产等。在作者选择上,选取那些专业知识过硬,成果丰硕,信息灵敏,目光敏锐,在生产第一线实践经验丰富的现代农业专家。《千乡万村书库》本着让农民买得起、看得懂、学得会、用得上的原则,定价低廉,薄本简装,简明实用,通俗易懂,可操作性强。读者定位是具有小学以上文化程度的农民群众,必将使农民读者从中得到有价值的科学知识和具体的技术指导,尽快地走上致富之路,推动我省农村经济的发展。

发展与繁荣农村出版工作,是出版业当前和跨世纪所面临的重要课题。贵州科技出版社开发的《千乡万村书库》在这方面开了一个好头,使全省农村图书出版工作有了较

大的改观。希望继续深入调查研究,进一步拓展思路,结合“星火计划”培训内容、“绿色证书”工程内容,使农业科技成果在较大范围内得到推广运用。并从我省跨世纪农业经济发展战略的高度出发,密切关注并努力推动生物工程、信息技术等高科技农业在农村经济发展中的广泛应用,围绕粮食自给安全体系、经济作物发展技术、畜牧养殖业发展技术保障、农业可持续发展技术支撑、绿色产业稳步发展技术研究等我省 21 世纪农业发展和农业创新问题,将科研成果和实用技术及时快捷准确地通过图书、电子出版物等大众传媒,介绍给我省的农民读者。

相信通过全体作者和科技出版社领导、编辑们的共同努力,这套“书库”能真正成为广大农民脱贫致富的好帮手,成为农民朋友提高文化素质、了解科技动态、掌握实用技术的好朋友。希望今后不断增加新的内容,在帮助广大农民朋友脱贫致富的同时,逐步为农村读者提供相关的经济、政治、法律、文化教育、娱乐、生活常识和新科技知识,让千乡万村的图书室不断充实丰富完善起来。

# 目 录

一、化肥施用的基本原理 .....	(1)
(一)作物营养与施肥 .....	(1)
(二)土壤条件与施肥 .....	(6)
(三)化肥在当前农业生产中存在的一些问题 .....	(9)
二、氮肥 .....	(14)
(一)常用氮肥品种及其性质 .....	(14)
(二)氮肥对作物生长发育的作用 .....	(23)
(三)氮肥的合理施用 .....	(24)
三、磷肥 .....	(27)
(一)常用磷肥品种及其性质 .....	(27)
(二)磷肥对作物生长发育的作用 .....	(34)
(三)磷肥的合理施用 .....	(36)
四、钾肥 .....	(41)
(一)常用钾肥品种及其性质 .....	(41)
(二)钾肥对作物生长发育的作用 .....	(46)
(三)钾肥的合理施用 .....	(48)
五、钙、硫、镁、硅肥 .....	(51)
六、微量元素肥料 .....	(57)
(一)硼肥 .....	(57)
(二)钼肥 .....	(59)

(三) 锌肥 .....	(60)
(四) 铁肥 .....	(62)
(五) 锰肥 .....	(63)
(六) 铜肥 .....	(65)
(七) 有关微量元素肥料施用的问题 .....	(66)
<b>七、复合肥料与混合肥料 .....</b>	<b>(69)</b>
(一) 复合肥料的组成、成分表示与主要特点 .....	(69)
(二) 复合肥料的种类及施用 .....	(71)
(三) 混合肥料 .....	(75)



# 一、化肥施用的基本原理

## (一)作物营养与施肥

1. 作物营养需要的养分 农作物生长发育需要阳光、水分、热量、空气和养分。作物需要的水分和养分主要是从土壤中吸收的。作物在生长过程中需要哪些养分呢？

在弄清楚这个问题之前，必须要知道作物体是由哪些物质组成的。据测定，一般新鲜作物植株中含有75%~95%的水分和5%~25%的干物质。

干物质由有机化合物和无机化合物组成，有机物约占95%，无机物占5%。如果将植物进行灼烧，作为有机物主要组成的四种元素氮、氢、氧、碳，在灼烧的过程中就变成气体挥发掉了，余下的残渣称为灰分。灰分中化学元素的组成相当复杂，种类有几十种之多。这些化学元素我们通称为灰分元素。

灰分元素并非都是作物生长发育所必需的。作物生长发育必需的营养元素只有16种。判断哪些元素是必需营养元素不是根据它在作物体内数量的多少，而是以它对作物所起的作用来决定的。一般有三条标准：即对作物生

长能产生直接的营养作用、对作物生长是必不可少的、对作物的营养作用不能为其他元素所替代。

符合上述要求的有 16 种化学元素：碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、锰、铜、锌、钼、氯。根据这些元素在作物体内的含量不同，又把它们分为大量元素和微量元素。其中碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫元素是大量元素，它们在作物干物质内占千分之几以上。剩余的 7 种元素在作物干物质中的含量只有万分之几以下，故称为微量元素。尽管在称呼上有数量大小之别，但它们对作物营养的生理功能却是同等重要的，且彼此之间还不能互相代替。

## 2. 作物必需营养元素的主要作用

①构成作物活体的结构物质和生活物质。所谓结构物质也就是构成作物活体的基本物质，如纤维素、木质素、果胶物质等。而生活物质是指作物代谢过程中最活跃的物质，如氨基酸、蛋白质、核酸、类脂、叶绿素、酶等。它们都是由碳、氢、氧、氮、磷、硫、钙、镁等元素组成的。作为三要素之一的钾没有参与这些物质组成。

②在作物体内的代谢过程中起催化作用。大多数微量元素和钾、钙、镁等，都具有加速作物体内代谢过程的作用，它们大都是许多酶的组成部分或是酶的活化剂。如钼是固氮酶的重要成分，钾是许多酶的活化剂。

③对作物具有特殊的功能。钾、钙、镁等是活性较强的元素。它们在很多方面对作物有特殊的功能，能调节细胞的透性，增强作物的抗逆性等。

## 3. 作物获得养分的主要方式 作物必需的 16 种营养

元素中,碳、氢、氧来源于空气和水,作物比较容易获得。其余的营养元素则必须由土壤提供,由作物根系、叶面和茎吸收获得,其中根系吸收养分是作物利用养分的最主要形式。

(1)作物根部对养分的吸收。根系是作物吸收养分和水分的主要器官,作物生长发育所需要的养分,大多是根系从土壤中吸收的。正因为如此,农民有“壮苗先壮根”的经验。

能够为作物根系吸收的养分主要是无机形态的养分,另外也有一些小分子的有机态营养养分。无论是无机态还是有机态的养分,作物对它们的共同要求是:必须是可溶性的。

溶解在土壤溶液中的各种无机营养养分,氮素养分有铵形态的养分和硝酸形态的养分,这两种形态的氮素对作物来讲是同等重要的;作物吸收利用的磷素,主要是正磷酸盐态的磷;钾素则以化学离子(钾离子)状态进入作物体内。

可溶性的有机营养养分有:尿素、氨基酸、维生素等。这些养分因分子大,进入植物体内的速度很慢,不是作物吸收养分的主要形式。

(2)作物吸收养分的过程。作物从土壤中吸收养分一般可分为两个阶段,即土壤养分离子必须首先与作物的根系接触,然后养分再进入作物体内。

①根系与养分的接触。作物根系与养分离子的接触有三种方式:截获、扩散、质流。后两种方式发生了养分向

作物根系迁移的运动,是作物获得养分的主要方式。

截获是根系与土壤养分的直接接触,由于根系在土体中占的空间毕竟有限,因此作物用这种方式获得的养分也有限。

一般认为,质流能使养分做相对较长距离的迁移,而扩散只能在短距离范围内运输。养分三要素中氮素比较活跃,作物通过质流获得的氮素较多,而提供的磷、钾较少,磷的活动性较小,其扩散低于钾,更低于氮。说明尽管土壤中养分是可以迁移的,但其迁移的距离并不远,所以施肥的位置很重要。

②养分进入作物体内。目前认为养分离子进入根系细胞有两个不同的过程:被动吸收与主动吸收。

被动吸收作物不消耗能量,对养分离子一般没有选择性。这一过程又有两种主要方式:作物体内外的养分浓度差引起的扩散作用,养分进入作物体内的速度较快;作物根系表面的阳离子和阴离子,与土壤粘粒表面吸附的离子或土壤溶液中的离子进行离子交换作用。另外,已进入体内的养分也会发生自由出入或外渗。

主动吸收是指进入根表皮的养分,经作物的代谢作用,有选择地吸收而进入细胞,以后通过细胞间的传递而转移到作物需要的部位,这是一个需要能量的过程。作物生长健壮,是能正常进行主动吸收的基础。

(3)作物对养分的吸收量。一般来说,作物产量越高,从土壤中吸收的养分总量也越多。不同作物形成一定数量的产量从土壤中所取走的养分数量是不相同的。各种

作物每形成 100 千克产量需要吸收养分的大致数量见表 1。

表 1 不同作物形成 100 千克产量所需的养分量

作物	形成 100 千克产量所吸收的养分数量		
	氮	磷酸	氧化钾
水稻	2.0	1.0	2.6
玉米	2.6	1.0	2.2
小麦	3.0	1.2	2.5
红薯	0.4	0.4	0.8
马铃薯	0.7	0.2	1.0
大豆	3.5	2.0	4.5
大白菜	0.18	0.08	0.37
黄瓜	0.26	0.08	0.39
西瓜	0.28	0.10	0.32
南瓜	0.40	0.20	0.68
辣椒	0.35	0.08	0.60
番茄	0.25	0.05	0.45
萝卜	0.25	0.15	0.45
大蒜	0.45	0.11	0.45

作物为了满足对养分的需要,就要从土壤中吸收养分。土壤一方面要为作物的需要提供适宜形态的养分数量,另一方面土壤又要维持自身肥力不衰竭,因此土壤就难以承担起供应养分的全部责任,需要人为地向土壤补充各种养分。这种人为地向土壤补充养分的过程称为施肥。作物对养分的吸收数量就是决定施肥量的重要依据。

(4)作物不同生长阶段对养分的吸收利用。作物不同

生育阶段,对营养条件有不同的要求,这是作物营养的阶段特性。

作物的阶段营养特性与体内物质代谢密切相关。一般一年生作物的生长发育过程包含三个阶段:营养生长阶段、营养生长与生殖生长并进阶段、生殖生长阶段。通常在作物的营养生长阶段,体内的物质代谢以氮素营养代谢为主;进入营养、生殖生长并进阶段,氮素代谢开始减弱,而碳素的代谢开始加强,氮素的吸收减少,对磷、钾的吸收增加;生殖生长阶段各种营养代谢均减弱,营养元素的吸收基本停止。

为满足不同生育阶段作物对养分吸收的需要,减少土壤中养分的损失,人们在施肥中,往往采取不同时期施肥的措施,因此就有了基肥(播种或移栽前整地时的施肥)、种肥(播种时在种子附近的施肥)、追肥(在作物生长期间的施肥)的区别。

## (二)土壤条件与施肥

作物生长在土壤上,土壤向作物提供养分。土壤提供养分数量的多少受土壤养分来源、土壤养分的去向、土壤中养分形态、土壤中养分转化的影响。

1. 土壤养分的来源 作物生长必需的16种营养元素中,除碳、氢、氧来自于大气中的二氧化碳和水外,其他几乎全都来自于土壤。土壤中的作物养分来源,大体上有以下六个方面。①土壤矿质土粒风化所释放的养分,包括除氮素以外的养分。②土壤微生物的固氮作用。③有机质

分解释放的养分。④作物根系对养分的聚集。⑤降雨(雪)增加土壤养分。⑥施肥。

目前土壤养分的来源主要是施肥。

2. 土壤养分的去向 土壤养分去向主要是作物吸收、随水损失和挥发损失等。

①土壤养分在作物吸收后随收获物带走。消耗的程度取决于作物产量和轮作复种情况,例如一次收获 500 千克稻谷,大约从土壤中取走氮素 11 千克,磷 5 千克,钾 9 千克;收获 1 000 千克番茄,取走氮 5 千克,磷 2 千克,钾 4 千克。如果不向土壤施肥,这部分养分就脱离了土壤,得不到补充,土壤肥力就将下降,以后种植作物产量将越来越低,以致土壤丧失生产力。

②因受雨水冲刷和渗漏而损失土壤养分。土壤中对作物有效的养分是水溶性的,在土壤中的移动性大,容易受到冲刷和渗漏,造成损失。一般养分在土壤中的移动性大小是:硝酸态养分 > 铵态养分 > 钾素养分 > 磷酸养分,氮素养分的损失最大。因此在施肥的时候,通常将氮素养分分期施用。

③土壤养分的挥发损失。这是由于土壤的化学、物理、生物的不良条件,使得有些养分变成气态形式而损失。例如,氮素养分在土壤通气不良和微生物活动下,会产生反硝化作用,使硝酸盐还原为氮气逸出,造成氮素的挥发损失等。

3. 土壤养分的形态与养分转化 土壤中氮、磷、钾的含量大致为:氮:0.05% ~ 0.2%;磷:0.04% ~ 0.25%;钾:

1%~2.5%。从土壤的绝对含量来看,供给作物的正常生长是不成问题的,但是就实际情况看,作物生长过程中普遍发生因养分不足造成营养不良的状况。这是什么原因呢?

土壤中养分总量虽高,但因其存在的形态不同,表现出作物能够利用的程度上的差异。也就是说,土壤中的养分有难效养分和有效养分之分。

土壤中的养分形态一般可概括为三种:第一种是能溶于土壤水中的养分;第二种是被吸附在土壤颗粒表面上的养分;第三种是存在于土壤的矿物质及有机质中的养分。

前两种是土壤中的有效养分,也称速效养分。后一种是土壤中的难效养分,也称迟效养分。速效养分与迟效养分之间不是绝对的,在一定条件下可以互相转化,难效态养分可以释放出有效养分;速效养分也可以转化为迟效养分。良好的土壤不但要有较多的速效养分,而且要有大量的迟效养分,以便在作物生长过程中可以陆续释放,源源不断地供应作物的需要。

**4. 影响土壤养分转化的条件** 土壤养分的不同形态间在一定条件下可以互相转化,这些条件有:

①土壤的空气状况。嫌气条件下,土壤有机质以积累为主,其中的养分以迟效态保蓄在土壤中;通气状况下,有机质以分解为主,迟效性养分转化为速效养分。

②土壤酸碱性。在 pH 较高的土壤上(石灰性土),大多微量元素都为难效态养分,在酸性土壤上磷的有效性大为降低。



③其他土壤条件(水分、温度等)对无机态养分转化的影响。例如水田灌水后提高了磷的有效性;土壤温度的提高,可促进矿物质分解释放出磷、钾等养分,还促进有机态的养分转化,释放有效养分。

④增施肥料和种植绿肥,可直接增加土壤的速效和迟效养分,还可促进土壤中原有养分形态的转化。

5. **肥料三要素** 由于作物对氮、磷、钾三个养分的需要量特别大,土壤中可供作物利用的数量通常不够,即有效养分不足,人们必须经常地补充这三种养分,才能满足作物的正常生长发育。所以把氮、磷、钾三个元素称为肥料三要素。

随着农业生产水平的大幅度提高,土壤的生产量不断增加,土壤中的营养养分会不断减少,这就要求我们要根据作物的需要、土壤的提供量来施肥补充亏缺。不仅要补充氮、磷、钾三要素,而且还要补充土壤缺乏的其他营养元素,以保证作物的正常生长发育。例如,贵州省遵义市曾经发生大面积油菜花而不实就是由于没有及时补充微量元素,造成特定养分的缺乏而形成的。

### (三)化肥在当前农业生产中存在的一些问题

1. **化肥的增产效果** 目前,农业生产中施用的化学肥料可分为几大类:氮肥、磷肥、钾肥、复合肥、微量元素肥料等。

不同种类的化学肥料,由于土壤反应和作物对养分的需求不同,它们的肥效也不相同。几种主要作物施用不同