



全国“星火计划”丛书

科学施肥

金盾出版社

全国“星火计划”丛书

科学施肥

黄照愿 编著

金盾出版社

(京)新登字 129 号

内 容 提 要

本书由中国农科院土肥研究所的专家编著。内容以我国多年的科研成果为基础,集肥料知识和应用技术于一体,较全面地介绍了作物施肥的原则和方法,作物基本营养元素的需要和作用,各种土壤的养分供应状况,农家肥料的种类、成分和施用,化学肥料的种类、成分和应用,以及配方施肥技术。还具体介绍了水稻、小麦、玉米、谷子、高粱、甘薯、马铃薯、棉花、甘蔗、甜菜、烟草、茶树、桑树以及麻类、果树、蔬菜的施肥技术。适合广大农户、农业技术员、部队农副业生产人员和农校师生阅读参考。

科 学 施 肥

黄照愿编著

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:8214039 8218137

传真:8214032 电挂:6234

三二〇九工厂印刷

各地新华书店经销

开本:32 印张:3 字数:66千字

1991年9月第1版 1992年7月第3次印刷

印数:80001—130000册 定价:1.00元

ISBN 7-80022-302-7/S·91

(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)

作者通信处:北京西部白石桥路30号

中国农业科学院土壤肥料研究所 邮编:100094

目 录

第一章 概 述	(1)
一、土壤是农业的基础,肥料是植物的粮食	(1)
二、增施肥料,促进农业生产	(1)
三、肥料的概念和施肥原则、方法	(2)
第二章 营养元素的供给	(3)
一、植物的基本营养元素	(3)
二、养分对植物的营养作用	(3)
(一)氮素的营养作用(3) (二)磷素的营养作用(3)	
(三)钾素的营养作用(4) (四)微量元素	
的营养作用(4)	
三、土壤中的营养元素	(6)
(一)土壤养分的来源(6) (二)土壤养分的消耗(7)	
四、土壤营养元素的供应	(8)
(一)土壤中的氮素供应(8) (二)土壤中的磷素	
供应(8) (三)土壤中的钾素供应(9) (四)	
土壤中的微量元素供应(10)	
五、主要土壤类型的养分供应状况	(11)
(一)各类土壤中氮素含量(11) (二)各类土壤中磷	
素含量(12) (三)各类土壤中钾素含量(12)	
(四)各类土壤中微量元素含量(13)	
第三章 农家肥料、绿肥和化学肥料	(14)
一、农家肥料的种类、成分	(14)
二、农家肥料的特性与施用	(17)

(一)人粪尿的特性与施用(17)	(二)猪厩肥的特性与施用(17)	(三)马粪的特性与施用(18)	(四)牛粪的特性与施用(18)	(五)羊粪的特性与施用(18)	(六)兔、禽粪的特性与施用(19)	(七)沼气肥的特点与施用(19)	(八)熏土、炕土的特性与施用(19)	(九)草木灰的特性与施用(20)
三、绿肥的种类及农业上的应用	(20)							
(一)绿肥的区分和种类(20)	(二)绿肥在农业中的作用(21)	(三)绿肥的种植方式(22)	(四)绿肥栽培的施肥(24)					
四、化学肥料的种类与成分	(25)							
五、肥料对培肥与供肥的作用	(28)							
(一)有机质分解、释放各种养分(29)	(二)促进土壤中微生物的活动(29)	(三)改良土壤(29)	(四)活化磷的作用(29)					
六、肥料施用方法	(29)							
(一)基肥法(29)	(二)种肥法(29)	(三)追肥法(30)	(四)根外追肥法(30)					
第四章 粮食作物的施肥	(30)							
一、水稻	(30)							
(一)氮、磷、钾化肥的适用量与比例(31)	(二)水稻施肥方法(33)	(三)水稻施用锌肥的几种方法(34)						
二、小麦	(34)							
(一)农家肥与化肥的合理配合(35)	(二)氮、磷、钾化肥的适用量(35)	(三)小麦施肥方法(38)						

三、玉米	(39)
(一)氮、磷、钾化肥的适用量	(39)
(二)玉米施用 锌、锰肥的增产效果	(40)
(三)玉米施肥技术	(40)
四、谷子、高粱	(41)
谷子	(41)
高粱	(42)
五、甘薯、马铃薯	(43)
甘薯	(43)
马铃薯	(44)
第五章 油料作物的施肥	(45)
一、花生	(45)
(一)花生的施肥	(45)
(二)花生施用钼、硼肥	(46)
二、油菜	(46)
(一)基肥	(46)
(二)追肥	(46)
(三)油菜施用硼肥 技术	(47)
三、大豆	(47)
(一)大豆各生长阶段所需养分	(47)
(二)大豆施肥 方法	(48)
第六章 纤维作物的施肥	(48)
一、棉花	(48)
(一)重施基肥	(49)
(二)追肥	(49)
(三)氮、磷、钾 化肥配合施用	(50)
(四)棉花施用硼肥	(50)
二、麻类	(51)
苧麻	(51)
黄麻	(51)
红麻	(52)
亚麻	(52)
第七章 糖料作物的施肥	(53)
一、甘蔗	(53)
(一)甘蔗的施肥技术	(53)
(二)甘蔗氮、磷、钾元素	

配比施用(54)	
二、甜菜.....	(55)
(一)基肥(55) (二)种肥(56) (三)追肥(56)	
(四)根外追肥(56)	
第八章 果树的施肥	(57)
一、苹果树.....	(57)
(一)根部施肥(57) (二)根外施肥(58)	
二、桃树、梨树	(58)
桃树(58) 梨树(59)	
三、葡萄、草莓	(59)
葡萄(59) 草莓(59)	
四、柑橘树.....	(60)
(一)冬肥(60) (二)春肥(60) (三)稳果肥(60)	
(四)壮果肥(60)	
五、荔枝树、龙眼树	(61)
荔枝树(61) 龙眼树(62)	
六、香蕉、菠萝	(63)
香蕉(63) 菠萝(63)	
七、枇杷树、杨梅树	(64)
枇杷树(64) 杨梅树(64)	
八、板栗树、核桃树	(65)
板栗树(65) 核桃树(65)	
第九章 烟草、茶树、桑树的施肥	(65)
一、烟草.....	(65)
(一)氮、磷、钾元素对烟草生长的影响(66)	
(二)烟草施肥技术(66)	
二、茶树.....	(67)

(一)基肥(67)	(二)追肥(67)	
三、桑树		(71)
(一)施肥时期(71)	(二)施肥量和施肥方法(72)	
第十章 蔬菜的施肥		(74)
一、蔬菜摄取主要营养元素的类型		(74)
(一)高氮型的蔬菜(74)	(二)中氮型的蔬菜(74)	
(三)低氮型的蔬菜(75)		
二、蔬菜产量与氮、磷、钾元素的关系		(75)
三、蔬菜施肥方法		(77)
大白菜(77)	甘蓝(77)	黄瓜(78) 茄果类(78)
四、蔬菜根外追肥		(78)
第十一章 配方施肥技术		(80)
一、配方施肥的意义和内容		(80)
二、配方施肥的基本技术		(81)
(一)地力分区(级)配方法(81)	(二)目标产量配方法(82)	(三)田间试验配方法(83)
三、配方施肥中的若干参数		(83)
(一)目标产量(83)	(二)肥料利用率(84)	(三)单位产量养分吸收量(84)
(四)换算系数“0.15”(84)	(五)养分丰缺指标(84)	(六)地力分级(84)
第十二章 其他肥料的种类、成分及其施用		(85)
喷施宝(85)	叶面宝(85)	甲天下增产灵(86)
广增素(86)	珊山牌丰产素(86)	农宝牌丰产素(86)
植保素(86)	多元微肥(86)	翠竹牌植物生长剂(86)
欢乐牌“多效好”植物生长营养剂(87)	爱字牌多元微肥(87)	军星牌多元微

肥(87) 速长素(87) 叶面肥(87) 丰收牌复合有机肥料(87) 叶面肥(87) 植物活力素(87) 金满利植物增长剂(87) 碧全植物健生素(88)

第一章 概 述

一、土壤是农业的基础，肥料是植物的粮食

土壤的好坏，肥料的丰缺，均直接影响作物的生长发育。因此，运用科学技术，实行科学种田，根据不同地区的自然条件和客观实际，科学地施用肥料，最大限度地发挥其农业增产潜力，以达到高产、稳产的目的。

肥料(包括有机肥料和无机肥料)不仅可以提供作物所需要的各种营养元素，满足作物生长发育的要求，而且还有改良土壤，提高土壤肥力的作用，因此，广辟肥源，科学施肥，满足作物高产对各种营养元素的要求，是农业增产的一项主要措施。

二、增施肥料，促进农业生产

解放以来，我国肥料问题倍受重视，肥料科学研究和肥料应用技术，发展得很快。增施肥料是保证我国在 2000 年实现生产粮食 5 亿吨的一项重要措施。根据各地资料分析，农业各项增产措施中，化肥所起的作用约占 30~50%，也就是说，随着化肥投入量的增加，我国粮食和经济作物的总产量和单位面积产量，也逐步提高，呈明显的相关性。1965 年以前全国化肥施用量不足 200 万吨，粮食总产一直在 2 亿吨以下徘徊。1979~1984 年的 5 年中，化肥施用量由 1065.4 万吨猛增到 1460.2 万吨，粮食总产达到 40731 万吨。从全国六大农业区

域来看,肥料投入量少的地区,粮食单产相应较低,肥料投入量多的地区,粮食单产较高。

三、肥料的概念和施肥原则、方法

一般认为,凡是施入土壤中或是用它处理植物(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等。

施肥的主要目的是以营养元素来满足农作物(或植物)对矿质营养方面的要求,提高作物产量和质量。作为吸收量较大而土壤中常感供应不足的元素,主要是氮、磷、钾,用这3种元素的化合物作肥料,通常能获得较好的增产效果。此外,有些元素如铁、锰、锌、铜、硼等称为微量元素,作物需要量虽然很少,但土壤中发生微量元素供应不足时,就要使用含有这些元素的肥料。因此说,施肥是调节土壤中养分供需状况和提高土壤肥力,增加产量的重要措施。但必须科学施肥才能达到增产的目的,否则不仅造成浪费,而且还可能引起各种副作用,产生不良后果。

第二章 营养元素的供给

一、植物的基本营养元素

植物生长需要的重要营养元素有 17 种左右。这些重要元素可以按来源分类,一类是来自空气和水的(如碳、氢、氧),另一类是来自土壤的。也可以按需要量的多少来分,一类是大、中量元素(氮、磷、钾、钙、镁、硫),一般约占植物体干重的 0.5~5%。另一类是微量元素(铁、锰、铜、钼、锌、硼、氯、钴等),一般约占植物体干重的 0.1~1000ppm(ppm 为百万分率)。

一般新鲜植物组织的 90% 以上是由碳、氢、氧组成的,只有 0.5~5% 是来自土壤的其他成分组成的。尽管如此,限制作物生长发育的因素,往往是来自土壤中的这些营养元素。

· 二、养分对植物的营养作用

(一)氮素的营养作用 高等植物组织平均含有氮素约 2~4%,氮素是蛋白质的基本组成部分,参与体内叶绿素的形成,从而提高光合作用的强度,以增加植物体内的碳水化合物,提高产量。当植物缺氮时,植物的碳素同化能力降低,植物生长明显受抑制,叶颜色由绿变黄,下部老叶提早枯黄,叶片窄小,新叶出得慢,叶数少,茎秆矮短,分蘖少,根少而细短,籽粒不饱满,成熟早,产量低。说明氮素的含量对植物营养及产量的提高十分重要。

(二)磷素的营养作用 高等植物组织中平均含磷 0.2% 左右。磷是植物细胞核的重要成分,它对细胞分裂和植物各器

官组织的分化发育,特别是开花结实有着重要的作用,它是植物体内生理代谢活动不可少的一种元素。磷对提高植物的抗病性、抗寒性和抗旱能力也有良好的作用。在豆科植物中,磷能促进根瘤的发育,提高根瘤的固氮能力,间接地改善植物的营养状况。磷还具有促进根系发育的作用,特别是促进侧根、细根的生长,增强抗倒伏能力,以及加速花芽分化,提早开花,提早成熟的作用。

作物缺磷时生长缓慢,植株矮小,根系不发达,叶片出现暗绿色或灰绿色,严重时呈紫红色。禾谷类作物缺磷时分蘖迟或不分蘖,开花成熟延迟,成穗率低,籽粒不饱满,玉米果穗秃顶,油菜脱荚,果树落花、落果,甘薯薯块变小、耐贮藏性差等。

(三)钾素的营养作用 高等植物组织含有钾素约1.0%左右。钾能加速植物对二氧化碳的同化过程,能促进碳水化合物转化、蛋白质的合成和细胞分裂。钾能提高光合作用的强度,土壤中钾素供应充足,植物体内形成的糖、淀粉、纤维素和脂肪等多,不仅产量高,而且产品的品质好。例如,钾素供应充足,甘薯、甜菜、水果、西瓜的含糖量增多;甘薯、马铃薯淀粉含量高;棉花的纤维长,黄麻的拉力强;烟草的品质好;油菜作物的籽粒含油量增加等。

水稻缺钾时首先是老叶尖端和边缘发黄变褐,形成红褐色斑点,最后老叶呈火烧状枯死。玉米缺钾时老叶从叶尖开始沿叶缘向叶鞘处逐渐变褐而焦枯。棉花缺钾时棉桃瘦小,开裂吐絮不畅,纤维质量差。

(四)微量元素的营养作用 铁对作物生长的作用是促进叶绿素的形成,加速光合作用。作物缺铁时首先是新叶缺绿,叶片叶脉间由黄变白,叶脉仍为绿色,叶片变小。禾本科作物生长旺盛期最容易出现缺铁症状。

锰对作物的光合作用、蛋白质形成及促进种子发育和幼苗早期生长均有很重要的作用。作物缺锰时植株叶片由绿变黄,出现灰色或褐色斑点和条纹,最后枯焦死亡。

锌能促进作物体内生长素的形成,加速生长。玉米缺锌时早期出现白苗病,叶片失绿,病株抽雄吐丝期推迟,生长后期果穗缺粒秃尖。水稻缺锌时基部叶片中段出现锈斑,逐渐扩大成条纹,植株矮小僵苗。果树缺锌时叶片变小,并发生小叶病。

硼对作物的生长、繁殖,特别是开花结实有良好的作用。硼对豆科作物根瘤的固氮活性、固氮量的增加,具有良好的作用。油菜缺硼时表现出“花而不实”,棉花缺硼出现“蕾而不花”,大豆缺硼出现芽枯病,苹果缺硼出现缩果病,甜菜缺硼出现块根腐心病等等。

铜参与作物体内蛋白质和糖的代谢活动。禾本科作物缺铜时叶尖变白,叶片边缘变为黄灰色,严重时不抽穗。果树缺铜时常出现顶枯病等。

钼能促进固氮和根瘤菌的活性,提高固氮能力。柑橘缺钼时叶片呈斑点状失绿,甘薯缺钼薯块瘦长畸形,番茄缺钼叶片边缘向上卷曲。

上面讲的是主要营养元素对植物、作物生理功能的作用。说明作物生长发育过程中需要的营养元素不是单一的元素,而是各种营养元素都需要,只是在各种元素之间比例、用量不同而已。也就是说,按作物的营养特征,供给多种元素要比单供某一种元素,增产效果有明显提高。例如,供给氮、磷、钾多种元素,要比只供应氮或磷或钾效果要好,氮磷钾和微量元素配合供给,要比单供给氮磷或氮钾或磷钾效果要好。

三、土壤中的营养元素

(一)土壤养分的来源 土壤中营养元素主要来源于土壤矿物质和土壤有机质,其次来自大气降水、地下水等。

1. 来源于矿物质的养分:土壤矿物质营养的最基本的来源是矿物质风化所释放的养分,由于不同成土母质发育的土壤其矿物组成不同,所以,风化产物中释放的养分种类和数量也不同。例如玄武岩含五氧化二磷 0.34%、氧化钾 2.0%、氧化钙 8.9%、氧化镁 6~8%、氧化铁 11.75%,花岗岩含五氧化二磷 0.25%、氧化钾 2.0%、氧化钙 4.6%、氧化铁 6.0%,石灰岩含五氧化二磷 0.04%、氧化钙 42.7%等。

2. 来源于有机质的养分:土壤中养分元素绝大部分是以有机态形式累积和贮藏在土壤中的。它们在土壤中的含量与土壤有机质含量密切相关。由于土壤有机质的分解比岩石矿物风化的速度快,所以由土壤有机质提供的这些养分元素所占比重也较大。因此,土壤有机质含量的多少,直接影响着土壤养分的供给。

在自然条件下,树木、灌木丛、草类和其他植物等的植被、落叶和根部,每年提供大量的有机残体。另外,耕种的大量农作物地上部分和根部,部分仍残留在土壤中,这些物质被土壤微生物分解转化成各种营养成分,贮存在土壤中形成土壤有机质。也就是说,土壤有机质是腐解和合成的动植物残渣的累积物,这类物质由于土壤微生物的活动而不断遭到分解。因此,它是很不稳定的,所以必须通过增施肥料(包括有机、无机物),而不断补充更新,提高土壤养分。

3. 其他来源:由共生或非共生固氮微生物的作用,给土壤提供化合态氮素,也是一种重要养分来源。估计,每年每亩土

壤中自生固氮菌的固氮量可达 1.3~6.6 千克,豆科植物共生固氮量 3.3~18.6 千克,非豆科植物共生固氮量约 0.6~1.1 千克。

大气降水也可给土壤带来养分。大气中含有因雷电、光氧化作用产物,工业废气和烟尘等产生的各种硫或氮的氧化物及氨和氯等气体,以及含有钠、镁、钾、钙等物质,它们可以随雨、雪进入土壤中。据估算,每年每亩土地上可得到由大气降水带来的养分约 1.6~5.0 千克。

上面讲的是土壤养分的主要来源,但是,由于各地自然条件差异很大,土壤中能够累积和贮藏的养分数量是不多的,只能供应各种作物生长发育需要的很少量养分。要想获得更高产量,就必须向土壤中投入一定数量的各种养分,因此,通过人工施肥是土壤养分的重要来源。

(二)土壤养分的消耗 土壤养分的消耗,主要是指每年作物(包括森林植被)从土壤吸取的养分和土壤中随下渗水淋失的养分以及在养分转化过程中以气态形式逸出土壤的氮等养分的消耗数量,另外地表径流造成的土壤侵蚀,也引起各种土壤养分损失。利用植物凋落物作燃料、饲料会带走土壤养分;用草皮与表土一起熏烧制造火烧土(作肥料用),也可取走土地的大量土壤养分等等。上面说的都是造成土壤养分消耗的原因。由于作物的生物特性、生长速度、吸收养分的能力、生长周期和人为利用方式等的不同,在土壤养分的消耗上有很大差异。由此可知,不进行人工施肥,仅仅靠土壤中养分的供给,远远不能维持和满足作物生长发育所需要的各类营养元素。

四、土壤营养元素的供应

(一)土壤中的氮素供应 土壤中的氮量占地球总氮量的0.05%，但在表土中含有较多的氮素，约占干土重的0.1～0.4%，其中又以迟效的有机态氮为主，约占98%，速效的无机态氮仅占2%以下。

土壤中的氮素绝大多数是贮藏在土壤有机质中的有机态含氮化合物(如蛋白质、腐殖质和生物碱等)，其次是被粘土矿物吸附的交换性铵以及可溶性矿物质态氮，即铵态氮($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)、硝态氮($\text{NO}_3^- - \text{N}$)和亚硝态氮($\text{NO}_2^- - \text{N}$)。

由于不同形态的氮素对作物的有效性不同，为了表明土壤氮素供应能力，通常用以下3个指标来表示：

1. 全氮量：它表示氮素的供应容量，既包括作物能吸收利用的，也包括土壤潜在氮素的含量，是衡量土壤氮素供给状况的重要指标。

2. 速效氮：是指作物能直接吸收利用的氮素，即指土壤的无机态氮，主要是铵态氮($\text{NH}_4^+ - \text{N}$)和硝态氮($\text{NO}_3^- - \text{N}$)。

3. 水解性氮：表示当季作物能利用的氮素。它是在化学分析中能用稀碱或稀酸溶解出来的氮素，包括无机态氮、氨基酸、酰胺和易水解的蛋白质。水解性氮较能反应出近期内氮素的供应状况。

(二)土壤中的磷素供应 磷是植物细胞核的重要成分，它对细胞分裂和植物各器官组织的分化发育，特别是开花结实具有重要作用，磷对提高植物的抗病性、抗寒性和抗旱能力也有良好的作用。

土壤全磷包括土壤速效磷和迟效磷。因土壤速效磷只占全磷的极小部分，而土壤的速效磷量与全磷量有时并不相关，