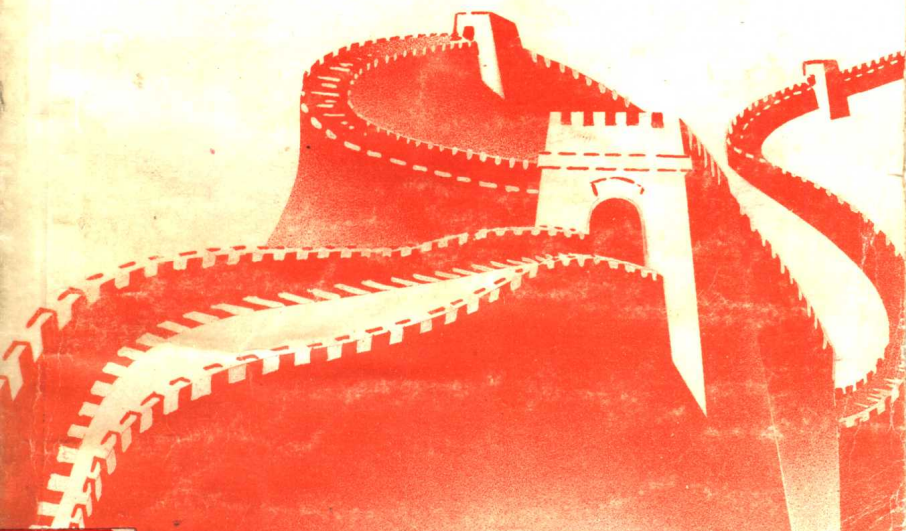




微量元素 肥料的作用与应用



四川科学技术出版社

中国农村文库

微量元素肥料的 作用与应用

褚天铎 杨清花 编著
刘新保 李春花

四川科学技术出版社

1993年·成都

(川)新登字 004号

微量元素肥料的作用与应用

褚天铎 杨清 刘新保 李春花

责任编辑·李蓉君 郭俊铨

封面设计·龚仁贵

书徽设计·冯先清

版面设计·杨璐璐

责任校对·柯 龙

出 版 四川科学技术出版社
成都盐道街3号 邮编 610012

发 行 四川省新华书店

印 刷 资中县印刷厂

版 次 1993年11月第一版
1993年11月第一次印刷

规 格 787×960mm 1/32
印张 6 字数 110 千 插页 2

印 数 1—3000 册

定 价 2.80元

ISBN7-5364-2562-7/S·464

出版好农村读物
为广大农民服务

李瑞琰

五十年青

《中国农村文库》

由以下出版社联合出版

巴蜀书社

电子科技大学出版社

四川人民出版社

四川大学出版社

四川少年儿童出版社

四川文艺出版社

四川民族出版社

四川美术出版社

四川科学技术出版社

四川教育出版社

四川辞书出版社

西南师范大学出版社

西南交通大学出版社

西南财经大学出版社

成都出版社

成都地图出版社

成都科技大学出版社

重庆出版社

重庆大学出版社

蜀蓉棋艺出版社

(出版社排列以笔画多少为序)

序

徐惟诚

中国有8亿农民。

8亿农民的状况，是决定中国前途和命运的重要因素。

致力于提高8亿农民的素质，是我们的一项重要任务。

其中就包括向广大农民提供数量足够的、适合农民需要的优秀读物。

可惜，现在供应农村的出版物，还远远不能满足需要。

并不是农民不想读书。

如今的农村，已经有了大批高小、初中毕业的学生，还有一些高中文化程度的新农民。

农民要致富，就离不开科学技术知识。怎样选育良种，怎样施肥，怎样兴修水利，怎样防治病虫害，怎样使用薄膜，怎样剪枝，怎样养猪、养鸡，以至各种经济作物的栽培、各种经济动物的饲养，

等等知识都是农民所需要的。

数十万个乡镇企业在农村崛起，近9000万农民进入了乡镇企业。这给广大农村带来了新的希望，也提出了有关生产、经营、管理等一系列新的知识需求。

社会主义市场经济的发展，使广大农民的社会交往迅速扩展，同时也就迫切需要了解许多有关的知识。诸如法律、法规、税收、信贷、邮政、交通、电信、汇兑、票据、合同、广告等等，都已经成为许多农民很有兴趣的事情。

随着农民生活水平的提高，一些家用电器陆续进入农民的家庭，农村居住的条件也正在变化之中，衣着的用料和款式，家具的式样，卫生的条件，化妆品的运用，都同前几年发生了很大的变化，人们自然也就需要了解与此有关的许多新的知识。

农民的物质生活改善了，文化生活也要求改善。琴棋书画、吹拉弹唱、耍龙灯、舞狮子、武术、体育、业余创作、新闻报道，在各地农村中都大有人才，更有广泛的爱好者。如何向他们提供指导，也是一件不可忽视的大事。

生活中的许多新变化，使原有的人际关系格局不断受到冲击，一些腐朽的思想和生活方式乘隙而入，一些旧的封建迷信习俗死灰复燃。如何在新的情况下，继承和发扬中华民族优秀的道德传统，建立新型的社会主义的良好的伦理道德规范，包括如

何尊敬老人，如何教育子女，如何处理好各种人际关系，这些学问既是社会安定和进步的需要，也是广大农民自己切身利益的需要。

更重要的是，广大农民作为社会主义中国的主人，还需要了解伟大祖国的历史和现状，了解世界大势，了解党的方针政策，学习马克思列宁主义、毛泽东思想的理论知识。

由于以上种种原因，我们决定集中编选一套《中国农村文库》。这套文库的内容，力求通俗、简明、实用，希望它能受到广大农村读者的欢迎，对于农村的社会主义物质文明和精神文明建设起到促进作用。

但是，由于我们对于做好这样一项伟大的工程缺乏经验，殷切地希望得到广大读者和各方面同志的热情帮助，大家都来出主意，才能使这套大型图书越出越好。

前 言

大量研究与生产实践表明，微量元素肥料在农业生产上有明显的增产效果。但目前对“微肥”宣传、推广得很不够，有关科研成果还没有在生产上充分发挥其效益。本书作者中国农科院土肥所的专家们，根据多年的研究结果并综合全国同行的有关研究资料和生产经验，编写了这本内容新颖、技术实用、深入浅出的小册子，供全国各地在生产上推广、应用“微肥”时参考。

根据我国农业生产具体情况，本书重点介绍了微量元素锌、硼、锰、钼、铁、铜等在植物体内的生理功能、我国的土壤含量分布、植物缺乏这些微量元素所表现出的症状、对产量的影响、矫治措施以及这些微量元素的主要肥料品种。本书适合广大土肥工作者、基层农技员、农专师生及农村知识青年阅读。

编 者

1992年12月

目 录

第一章 微量营养元素的概念	1
第一节 植物必需的营养元素.....	1
第二节 微量元素肥料应用简况.....	5
第三节 微量元素肥料在农业生产中的 地位.....	7
第二章 锌元素肥料	10
第一节 锌在植物体内的生理作用.....	10
第二节 作物对锌的敏感性.....	13
第三节 我国土壤锌的含量与分布.....	14
第四节 作物的潜在缺锌及缺锌症状.....	19
第五节 矫治作物锌素不足的技术措施.....	29
第六节 锌肥的主要品种.....	39
第三章 硼元素肥料	42
第一节 硼在植物体内的生理作用.....	42
第二节 作物对硼的敏感性.....	45
第三节 我国土壤硼的含量分布.....	46
第四节 作物的潜在缺硼及缺硼症状.....	51
第五节 矫治作物硼素不足的技术措施.....	68

第六节	硼肥的主要品种	80
第四章	锰元素肥料	82
第一节	锰在植物体内的生理作用	82
第二节	植物对锰的敏感性	84
第三节	我国土壤锰的含量状况	85
第四节	作物的潜在缺锰及缺锰症状	89
第五节	矫治作物锰素不足的技术措施	97
第六节	锰肥的主要品种	106
第五章	钼元素肥料	108
第一节	钼的增产机理	108
第二节	作物对钼的敏感性	109
第三节	我国土壤中钼的含量分布	111
第四节	作物潜在缺钼及缺钼症状	112
第五节	钼肥肥效及施用技术	116
第六节	钼肥的主要品种	119
第六章	铁元素肥料	120
第一节	铁在植物体内的生理作用	120
第二节	作物对铁的敏感性	122
第三节	我国土壤中铁的含量	123
第四节	作物缺铁的症状表现	127
第五节	作物缺铁的矫治方法	131
第六节	铁肥的主要品种	134

第七章 铜元素肥料	186
第一节 铜肥的增产机理.....	136
第二节 作物对铜的敏感性.....	137
第三节 我国土壤铜的含量分布.....	138
第四节 作物的潜在缺铜及缺铜 症状诊断.....	140
第五节 铜肥肥效与矫治作物缺铜的 技术措施.....	143
第六节 铜肥的主要品种.....	146
第八章 复混微肥及叶面肥	148
附录一 稀土	151
附录二 钛	174

第一章 微量营养元素 的概念

第一节 植物必需的营养元素

植物（也包括农作物）的生长发育需要多种营养。地球上自然存在的化学元素有92种，通过分析发现有70多种元素存在于植物体内。但是，这些元素并不一定是植物所必需，正如美国植物生理学家阿诺(Arnon, 1958)所说：“必要元素一定存在于植物体内。但是，植物体内的元素并非都是植物所必需。”那么植物正常生长究竟需要哪些元素？目前公认的植物必需的营养元素有：碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)、硼(B)、锌(Zn)、锰(Mn)、铁(Fe)、钼(Mo)、铜(Cu)和氯(Cl)。作为植物所必需的元素，要同时符合下述三个条件：第一，对于正常的生长或生殖，这种元素应该是必要的，在它完全缺乏时，生长和生殖都不能进行；第二，这种需要必须是专一的，不能被其他元素所代替；第三，这种元素必须是在植物体内直接起作用，而不是仅仅使某些其他元素容易生效，或者仅仅是对其他元素发生抗毒的效应。这三条标准是1939年两个美国植物生理学家

(Danil Arnon和Perry Stout)总结前人的工作提出来的。简而言之,必需营养元素应具备必要性、不可代替性和具有一定生理功能三个特点。其他元素如硅(Si)、钴(Co)、钒(V)等,尽管对于某些植物的生长发育有一定作用,但尚未证实是植物的必需营养元素。

在植物必需营养元素中,根据元素的作用不同、植物需要的量不同以及在土壤中含量的不同,又将前述植物的必需元素分成大量元素、中量元素和微量元素三类。也有人将大量元素与中量元素合称常量元素。大量元素包括碳、氢、氧、氮、磷、钾;中量元素包括钙、镁、硫;微量元素包括硼、锌、锰、铁、铜、氯。后几种元素之所以被称之为微量元素,首先是由于这些元素在土壤中的含量很低,一般为百万分之几到十万分之几,其可给态(可以被植物吸收的形态)的含量更低。不同元素在土壤中的可给态含量相差较大(见表1),如1吨耕层土壤中可供植物吸收的氮素可达几百克至几千克,而1吨土壤中可供植物吸收的锌素只有几百毫克至几千毫克,相差上百至上千倍。其次,这些元素在植物体内的含量也很低(见表2),一般介于0.0002~0.02%之间。每吨植物含氮素15000克,而含锌素只有20克,相差750倍。此外,在进行植物水培试验时,大量元素的含量需要在每公斤营养液中含有40~100毫克才能满足植物的需要,而微量元素只需0.001~0.1毫克就可以满足植物的

表1

土壤中营养元素含量

元 素	含 量 (毫克/公斤)	元 素	含 量 (毫克/公斤)	元 素	含 量 (毫克/公斤)
氮(N)	300~3000	钙(Ca)	480~2430	铁(Fe)	0.5~95
(磷P ₂ O ₅)	300~3000	镁(Mg)	47~480	锰(Mn)	0.5~90
钾(K ₂ O)	20~40 (速效)	硫(S)	18.0 (平均)	锌(Zn)	0.02~3.3
				硼(B)	0.02~1.73
				铜(Cu)	0.1~10.5
				钼(Mo)	0.009~0.76

表2

植株内营养元素的含量

元 素	含 量 (毫克/公斤)	元 素	含 量 (毫克/公斤)	元 素	含 量 (毫克/公斤)
氢(H)	60000	钙(Ca)	5000	氯(Cl)	100
氧(O)	45000	镁(Mg)	2000	铁(Fe)	100
碳(C)	45000	硫(S)	1000	锰(Mn)	50
氮(N)	15000			硼(B)	20
钾(K)	10000			锌(Zn)	20
磷(P)	2000			铜(Cu)	6
				钼(Mo)	0.1

需要。在正常施肥情况下，大量元素肥料的施肥量为每亩10~50公斤，而微量元素肥料每亩只需施用0.1~2公斤即可满足作物的需要（表3）。施用微量元素肥料的量过大不仅不会增产反而会引起作物中毒。

表3 作物施肥量参考表（公斤/亩）

元 素	肥 料	施用量	元 素	肥 料	施用量
N	尿素	40~50	Mn	硫酸锰	1~2
P	过磷酸钙	30~50	Zn	硫酸锌	1~2
K	硫酸钾	10~15	B	硼砂	0.25~1
			Cu	硫酸铜	0.25~0.5
			Mo	钼酸铵	0.1~0.2

由此可见，无论土壤供应量、植物体内含量、植物正常生长需要量还是施肥量，微量元素与大量元素相比，前者的数量均仅为后者的几十分之一至几百分之一。从营养元素的作用来看，微量元素与大量元素也不同。大量元素主要参与构成植物机体的成分，如蛋白质、淀粉、脂肪、纤维素、木质素等，而微量元素主要是在大量元素形成上述有机物质的生理生化过程中起促进或催化作用，其本身并不固定在机体的组成成分中。因此，也常把大量元素称为结构物质，而把微量元素称为活性物质。这也是植物对微量元素的需要量比大量元素低的原因。

第二节 微量元素肥料应用简况

为了证实微量元素是植物必需的营养元素，世界各国许多科学家做了大量试验研究工作。早在1860年有两个德国植物生理学家（Julius Sachs和W. Knop）成功地证实了在含有氮、磷、钾等元素的营养液中，只需加3~6滴“药用三氯化铁溶液”植物就能在矿质盐的水溶液中很好地生长而并不需要有任何有机肥料。但是确认一种元素是否为植物所必需是要经过多种植物反复试验才确定的。尽管这两个德国植物生理学家早在1871年就曾提出氯对植物生长是必需的，但是一直没能得到证实，直到1954年，在充分控制了环境中所有氯源时，才证实了氯确实是植物必需的营养元素，从而结束了长达83年的争议。现将必要微量元素确认的年代列于表4。

随着必要营养元素的确认，从20世纪20年代开始，人们就把微量元素作为肥料应用于作物生产。美国科学家首先在佛罗里达州发现微量元素是农业生产中的一个限制因子。他们在粗泥炭土上使用了硫酸铜和其他化学物质，刺激了作物的生长。1930年第二次国际土壤学会会议上讨论了铜、锰和锌对于农业生产的重要性，通过多种研究和田间试验进一步证明，柑桔、蔬菜、药材和其他许多作物对微量营养元素都有迫切的需求。此后，欧洲、美洲发达国家