

河南省星火培训丛书

作物

的微量营养 与微肥施用

吴建国 谭金芳 王琳编著

3

河南科学技术出版社

中国农业大学出版社

作物

的微量营养 与微肥施用

王德顺 曹金明 王 明 曹金明



中国农业大学出版社

河南省星火培训丛书

作物的微量营养与微肥施用

吴建国 谭金芳 王 琳 编著

河南科学技术出版社

豫新登字02号

河南省星火培训丛书
作物的微量营养与微肥施用

吴建国 谭金芳 王琳编著

责任编辑 白鹤扬

河南科学技术出版社出版、发行

(郑州市农业路73号)

郑州市南阳路印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 7.75印张 170千字

1992年6月第1版 1992年6月第1次印刷

印数1—7500册

ISBN 7—5348—1100—1/S·292

定价：3.60元

内 容 提 要

本书共分九章。一至三章概述了微量元素肥料的种类、发展情况、在农业生产中的作用，锌肥施用、对作物的作用等；四、五章介绍了硼肥的作用、性质、施用方法、对作物的影响等；六至八章论述了锰、钼、铜肥的性质、作用、施用方法，对作物的影响等；最后一章简要地介绍了作物缺微量元素的症状、诊断方法，以及补救措施等。内容丰富，技术先进，言简意赅，可供农业工作者、广大农民参考使用。

前 言

作物的微量元素营养与微肥施用，是一门既讲营养理论，又讲施用技术的新兴学科。

微量元素在作物体内含量虽少，但由于其作用的专一性和不可代替性，当作物缺乏某一种微量元素时，生长发育就会受到抑制，导致减产和品质下降，严重的甚至无收。同时，微量元素和大量元素不同，它们的最适需要量往往和中毒水平比较接近，当这些元素过多，又会出现中毒现象，影响作物的产量和质量，还会引起人、畜某些地方病的发生。因此，合理施用微肥，只有在了解作物的微量元素营养特征和土壤供给的基础上，才能进行。

近年来，随着农作物产量的大幅度提高，土壤中微量元素营养的供需矛盾，也日显突出。生产上也迫切需要这方面的理论和技术，特别是土壤农化专业的学生，掌握这方面的知识以指导生产。为此，我们收集了近年来国内外微量元素营养研究的最新文献，生产上大量的微量元素肥料试验报告以及作者近期的一些研究成果，编著成这本册子。

全书包括三个部分：第一部分（第一章）是综合介绍微量元素在农业生产中的作用、微肥种类和微量元素的研究应用进展；第二部分（第二至八章）是分别介绍硼、钼、钨和铜的营养特性及其在不同土壤中的含量、转化特点，与

这些微量元素肥料的合理施用技术；第三部分（第九章）是微量元素缺乏的诊断。

本书出版的目的在于为河南省星火人才培养提供教材，也是为土化、农学、园艺等专业学生提供选修课教材，也可作有关专业的硕士研究生和教师的参考书，同时还是广大农业科技工作者的参考书，

限于编者水平有限，不足之处敬希读者不吝赐教。

编 者

1991年1月于郑州

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 微量元素在农业生产中的作用.....	(1)
第二节 微量元素肥料的种类.....	(3)
一、按元素区分.....	(3)
二、按化合物的类型区分.....	(3)
第三节 微量元素的发展概况.....	(5)
一、国外微量元素研究和应用现状.....	(5)
二、我国微量元素研究和应用概况.....	(7)
第二章 锌素营养和锌肥施用	(13)
第一节 作物的锌素营养.....	(13)
一、作物体中锌的含量和分布.....	(13)
二、锌在作物体内的营养功能.....	(15)
三、作物对锌的吸收、反应和缺锌症状.....	(17)
四、过量锌对作物的毒害.....	(18)
第二节 土壤的锌素营养.....	(19)
一、我国土壤中锌素营养状况.....	(19)
二、河南省土壤中锌素营养状况.....	(21)
三、土壤中锌的形态、吸附及有效性.....	(22)
四、土壤有效锌指标及缺锌土壤特点.....	(28)

第三节 锌肥的施用	(28)
一、锌肥的施用概况	(28)
二、锌肥的品种及一般性状	(30)
三、锌肥的一般施用技术	(32)
第三章 几种主要作物锌肥的施用	(33)
第一节 小麦施用锌肥	(33)
一、小麦的锌素营养特点	(33)
二、小麦施用锌肥的效果	(36)
三、小麦施用锌肥的技术	(39)
第二节 玉米施用锌肥	(44)
一、玉米的锌素营养特点	(44)
二、玉米缺锌的症状	(45)
三、玉米缺锌的生态条件	(46)
四、玉米施用锌肥的效果	(50)
五、玉米施用锌肥的技术	(53)
第三节 水稻施用锌肥	(58)
一、水稻的锌素营养	(58)
二、水稻缺锌的症状	(59)
三、水稻土壤含锌状况	(61)
四、水稻施锌肥效果及有效使用条件	(63)
五、水稻施用锌肥技术	(64)
第四节 棉花和油料作物施用锌肥	(68)
一、棉花施用锌肥	(68)
二、油料作物施用锌肥	(68)
第四章 硼素营养和硼肥使用	(71)
第一节 作物的硼素营养	(71)

一、作物体中硼的含量和分布.....	(72)
二、硼在作物体内的营养功能.....	(74)
三、植物缺硼和硼中毒.....	(83)
第二节 土壤中的硼营养.....	(85)
一、我国土壤中硼素营养状况.....	(85)
二、河南省土壤硼素营养状况.....	(87)
三、土壤硼的吸附机理、形态及有效性.....	(90)
第三节 硼肥性质和施用.....	(100)
一、硼肥的种类.....	(100)
二、硼肥的一般施用技术.....	(100)
第五章 几种主要作物的硼素营养与硼肥施用.....	(103)
第一节 小麦施用硼肥.....	(103)
一、小麦的硼素营养特点.....	(103)
二、小麦缺硼的症状.....	(106)
三、小麦施硼的效果.....	(109)
四、小麦施硼的技术.....	(110)
第二节 棉花硼肥施用.....	(113)
一、棉花的硼营养特点.....	(114)
二、棉花缺硼症状.....	(118)
三、棉花缺硼的诊断.....	(120)
四、棉花施硼的效果.....	(126)
五、棉花施硼技术.....	(131)
第三节 油菜的硼素营养与硼肥施用.....	(139)
一、油菜的硼营养特点.....	(140)
二、油菜缺硼症状.....	(144)
三、硼对油菜产量的效应.....	(146)

四、油菜施用硼肥技术·····	(148)
第四节 烟草、大豆和玉米的硼肥施用·····	(153)
一、烟草的硼肥施用·····	(153)
二、大豆施用硼肥·····	(156)
三、玉米施用硼肥·····	(157)
第六章 锰素营养与锰肥施用 ·····	(159)
第一节 作物的锰素营养·····	(159)
一、作物体内锰的含量和分布·····	(159)
二、锰在作物体内的营养功能·····	(159)
三、作物缺锰症状和对锰的反应·····	(161)
四、过量锰对作物的毒害·····	(163)
第二节 土壤中的锰素营养·····	(164)
一、我国土壤中锰素营养状况·····	(164)
二、河南省土壤中锰素营养状况·····	(166)
三、土壤中锰的形态、转化及有效性·····	(167)
第三节 冬小麦锰肥施用·····	(172)
一、小麦的锰营养特点·····	(172)
二、小麦的缺锰症状·····	(174)
三、小麦施锰的增产原因·····	(176)
第四节 锰肥的增产效果及施用技术·····	(178)
一、锰肥的增产效果·····	(178)
二、锰肥及使用技术·····	(178)
第七章 钼素营养与钼肥施用 ·····	(180)
第一节 作物的钼素营养·····	(180)
一、作物体中钼的含量和分布·····	(180)
二、钼在作物体内的营养功能·····	(181)

三、作物对铜的反应与缺铜症状·····	(182)
四、过量铜对作物的毒害·····	(183)
第二节 土壤中的铜素营养·····	(183)
一、我国土壤中铜素营养状况·····	(183)
二、河南省土壤中铜素营养状况·····	(186)
三、铜在土壤中的形态、吸附和有效性·····	(188)
第三节 冬小麦的铜肥施用·····	(192)
一、小麦的铜素营养·····	(192)
二、小麦施用铜肥·····	(195)
第四节 大豆、花生施用铜肥·····	(195)
一、大豆施用铜肥·····	(195)
二、花生施用铜肥·····	(199)
第五节 铜肥施用概况及施用技术·····	(201)
一、铜肥施用概况·····	(201)
二、铜肥的一般施用技术·····	(202)
第八章 铜营养及铜肥施用·····	(203)
第一节 作物的铜营养·····	(203)
一、作物体内铜营养含量和分布·····	(203)
二、铜在作物体内的营养功能·····	(204)
三、作物缺铜症状及作物对铜的反应·····	(206)
四、过量铜对作物的毒害·····	(207)
第二节 土壤中的铜素营养·····	(208)
一、我国土壤中铜含量状况·····	(208)
二、河南省土壤中铜素含量状况·····	(209)
三、土壤中铜的形态及转化·····	(211)
第三节 冬小麦施用铜肥·····	(213)

一、小麦的铜素营养.....	(213)
二、小麦缺铜的症状.....	(215)
第四节 铜肥的增产效果及施用.....	(217)
一、铜肥的增产效果.....	(217)
二、铜肥的施用技术.....	(217)
第九章 作物缺乏微量元素的诊断.....	(219)
第一节 作物缺乏微量元素的临界值及确定方法	
.....	(219)
一、作物缺乏微量元素的临界值.....	(219)
二、确定微量元素临界值的方法.....	(220)
第二节 作物缺乏微量元素的诊断方法.....	(222)
一、外形诊断.....	(223)
二、施肥探索性诊断.....	(228)
三、化学分析诊断.....	(229)
四、其它诊断方法.....	(232)
主要参考文献.....	(233)

第一章 绪 论

第一节 微量元素在农业生产中的作用

微量元素是指作物需要量很少，土壤中含量很低的化学元素。其含量范围一般在万分之几到百万分之几。

早在19世纪后期，科学实践认为，只要有碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、铁及硫，就足够维持植物生长、发育的需要。随着分析化学的迅速发展，分析手段的进步，经过精确的分析实验，才确切地判明植物生育所必需的元素，除上述10种主要元素之外，还有钼、硼、铜、锰、锌和氯6种元素。经过将上述植物必需的16种元素定量比较，证实前10种营养元素占植物体全部重量的绝大部分，通称为大量营养元素。后6种营养元素植物体内含量很少，事实上，铁元素在植物体内的功能与微量元素的功能一样，尽管原认为它含量较高，但也把它列为微量元素一列，所以现在讲微量元素有7种，称为微量营养元素。这些微量元素在植物体内非常活跃，其生理功能有很强的专一性，其含量虽小，但起的作用却很大，对植物的正常生长发育，微量元素与大量元素一样是不可缺少的。因此，在土壤供给微量元素不足时，施用相应的微肥同样可以取得明显的增产效果。

利用微量元素作肥料的物质，统称为微量元素肥料。它在农业上同样有促进作物生长，提高产量或增进品质的作用。

土壤是植物所需微量元素的主要来源，土壤中总是含有不同种类和不同数量的微量元素，但不一定全部是植物需要的，即使是植物需要的，也还不是全部能被植物吸收利用，能被作物吸收利用的部分叫做有效态微量元素，只占这些元素总含量中的一小部分，土壤中微量元素不足，有时是由于一定类型的土壤中微量元素含量过低，有时是土壤条件不良使土壤中的微量元素成为植物不能吸收的形态，可给性降低，所以植物的微量元素营养与土壤有密切关系。施用微量元素肥料时，必须考虑土壤类型和土壤条件。土壤中微量元素的含量、形态和分布情况是施用微量元素肥料的重要依据。

植物种类很多，需肥特性不同，对于微量元素的种类和数量也有不同的要求。不同的土壤，微量元素的供给状况是不一样的，即使在同样的土壤上，不同种类的植物需肥特性不同，对微量元素的要求也不同。所以，微量元素肥料可能有不同的效果，这都是要区别对待的。

在微量元素供给不足的土壤上，有的植物会出现“缺乏症状”。如果及时施用微量元素肥料，可使“缺乏症状”消失。当土壤中的微量元素中度缺乏时，微量元素供给情况虽然很好，但是仍然不能满足植物的需要，植株外观并有明显可见的“缺乏症状”，在植物内部却存在着种种不正常现象，这种情况叫做潜在性缺乏，施用微量元素肥料即可解决这种“缺乏”显示出增产效果。当土壤中微量元素供给充足时，植物生长正常，施用微量元素肥料并没有好处只会浪费肥料，形成所谓“奢侈吸收”，使这些元素在植物体中积累起来，过多时反而会使植物产生中毒，生长不良产量下降。

此外，植物供给微量元素不足时，不仅产量降低，品质

显著变坏,且用这种劣质的产品供给人吃,或作为牲畜饲料,则可能引起严重的疾病。

第二节 微量元素肥料的种类

微量元素肥料的种类很多,可以按元素区分,也可以按化合物的类型区分。

一、按元素区分

(一)硼肥的品种有 硼砂、硼酸,硼镁肥、含硼过磷酸钙、含硼硝酸钙、含硼碳酸钙、含硼石膏、含硼玻璃肥料、含硼粘土、硼泥等。

(二)钼肥的品种有 钼酸铵、钼酸钠、三氧化钼、含钼过磷酸钙、钼渣。

(三)锰肥的品种有 硫酸锰、氯化锰、碳酸锰、氧化锰、含锰过磷酸钙、含锰玻璃肥料、锰渣。

(四)锌肥的品种有 硫酸锌、氯化锌、碳酸锌、硫化锌、磷酸铵锌、螯合锌。

(五)铜肥的品种有 硫酸铜、碳酸铜、氧化铜、氧化亚铜、磷酸铵铜、硫铁矿渣、选矿尾砂。

二、按化合物的类型区分

(一)易溶的无机盐 如硫酸盐、硝酸盐、氯化物等,钼肥则为钼酸盐,硼肥为硼酸盐或硼酸。

(二)溶解度较小的无机盐 如磷酸盐、碳酸盐、氧化物等。其中磷酸盐为最常用的,如磷酸铵锰、磷酸铵锌等,

它们都是缓效性肥料。

(三)玻璃肥料 含有微量元素的硅酸盐型的粉末，是高温熔融或烧结的玻璃状物质，含50%以上的二氧化硅，微量元素种类和含量视需要而定，这种肥料的溶解度极低，是缓效性肥料。

(四)螯合物肥料 天然的或人工合成的螯合作用的化合物与微量元素(钼、硼除外)螯合后可作为肥料施用，如螯合锌等。用腐植酸肥料与金属元素也可以制成螯合物肥料。

(五)混合肥料 在常量元素肥料中加入一种或多种微量元素制成混肥，可在制造肥料时把微量元素加到固体或液体常量元素肥料中，也可在施用前将微量元素与常量元素肥料混合。这比单独施用粒状或粉状微量元素肥料优越，可以解决单施微量元素肥料时施用量小，不容易均匀施入土壤的技术问题。如果制成颗粒混合肥料，特别适用于机械化施肥。

(六)复合肥料 将常量元素中能和微量元素起化学变化的氮加在一起制成复合肥料，常用的有磷酸铵锰、磷酸铵锌等，其溶解度较小，是缓效性肥料。

(七)含微量元素的工业废弃物 冶炼工业、化工厂选矿场的废弃物中常含有一定数量的微量元素，可作为微量元素肥料使用，或者作为制造微量元素肥料的原料。这些废弃物是廉价的肥源。由于这些废弃物的成分比较复杂，可能含有有毒的杂质，应当在仔细分析和试验后才能使用。这些工业废弃物一般都是缓效性肥料，适宜作基肥用。

此外，各种有机肥料(包括豆科绿肥)都含有一定数量的微量元素，是微量元素肥料的一种肥源。