

农业新技术丛书

微量元素肥料使用技术

蔡德龙，贾亚军 编著
王安芳

中原农民出版社

出版者的话

为促进传统农业向现代农业转化，满足广大农民科学务农和农村干部、基层科技人员对于新知识的学习，及时推广先进技术，振兴农村经济，我们组织编写了这套《农业新技术丛书》，从1985年起陆续出版。

这套丛书，结合农村生产实际，分别介绍农、林、牧、副、渔等各方面的新成果、新经验、新技术，力求内容简明、语言通俗、技术实用，以适于广大农村干部和群众和基层科技人员阅读参考。

前 言

微量元素的研究工作目前非常活跃，已渗透到地学、化学、环境科学、医学以及农、林、牧等各个学科。本书主要论述有关微量元素在农业方面应用的一些问题。

微量元素肥料（简称微肥）是近代发展起来的一种新型化学肥料，对农作物有着特殊的功效。使用这种肥料，用量少、投资小、效果好、收益大，对发展农业生产有很大的经济意义。

为了使微肥在农业生产上广泛应用，促进农业大幅度增产，我们对土壤中微量元素含量和微肥使用技术进行了研究。在大量数据的基础上，研究出各种作物因土施用的科学配方。经近几年试验证明，对农作物微肥不仅能提高产量，而且品质也有所改善，受到农民群众的欢迎，被誉为“化肥精”。现不少农民来信要求我们提供微肥和使用技术资料，解决各种问题。

为了满足广大农民的迫切要求和发展微肥事业，我们根据国内外有关资料和近几年的实践，编写了《微量元素肥料

使用技术》一书，以问答形式对若干问题作了一一解答。而重点解决微肥使用技术问题，同时兼有理论性论述。主要介绍：微量元素和微肥的基本知识；国内外应用微肥的历史和现状；我国土壤中微量元素的分布和含量；判断土壤中微量元素含量的标准及各种形态的价值；作物缺素的营养诊断方法；常用微量元素肥料的种类和选购方法及贮藏、运输等知识和注意事项；微量元素肥料与氮、磷、钾等化学肥料的关系、混用技术和区别；硼、锌、钼、锰、铁、铜等微肥的种类、使用方法、作用和增产效果，对小麦、玉米、水稻、棉花、花生、油菜、蔬菜、豆科作物和果树等缺素症状的判别及其防治方法。此外，还简要介绍了稀土元素的一般知识。

本书在编写过程中，得到了有关单位和领导的大力支持，参考和引用了河南省农牧厅朱玉镜、河南省科学院地理研究所微量元素课题组及国内外一些科研单位、专家们的试验数据和材料，曾请有关专家审阅，在此一并致谢！

我们的编写工作，由于水平所限，不妥之处望不吝指正。

编著者

1986年10月

目 录

(一) 微量元素和微肥的基本知识

1. 什么叫微量元素? (1)
2. 微量元素在农业上的作用是什么? (2)
3. 什么是微量元素肥料? (4)
4. 常用微肥有哪些种类? (6)
5. 微肥的有效施用与哪些因素有关? (7)

(二) 国内外应用微肥的历史、现状和展望

6. 微肥的发展历史怎样? (10)
7. 国际上应用微肥的现状怎样? (11)
8. 我国微量元素研究情况如何? (12)
9. 我国微肥使用前景如何? (13)
10. 河南使用微肥前景怎样? (14)
11. 微肥推广工作中存在哪些急待解决的问题? (15)

(三) 我国土壤中微量元素的分布和含量

12. 土壤中硼有哪几种形态? (17)

13. 土壤中全硼的含量状况如何? (18)
14. 土壤中有效性硼的含量如何? (18)
15. 土壤中的锌有几种形态? (21)
16. 土壤中全锌含量状况如何? (21)
17. 土壤中有效锌含量状况怎样? (23)
18. 土壤中的铝有哪些形态? (25)
19. 土壤中全铝的状况如何? (26)
20. 土壤中有效态铝含量状况如何? (27)
21. 土壤中的锰有哪些形态? (29)
22. 土壤中全锰的状况如何? (29)
23. 土壤中有效锰含量如何? (30)
24. 土壤中铁的含量和分布如何? (33)
25. 河南土壤有效态铁分布有什么特点? (33)
26. 铜在土壤中有哪几种形态? (34)
27. 土壤中全铜含量状况如何? (35)
28. 土壤有效铜的含量状况如何? (36)

(四) 判断土壤中微量元素含量的标准和

影响土壤微量元素有效性因素

29. 土壤中微量元素的全量和有效态含量有何区别? (38)
30. 目前国内土壤的微量元素采用什么分析方法? (39)
31. 怎样利用土壤微量元素分析结果? (40)

- 32. 土壤中硼的评价标准是多少? (41)
- 33. 土壤中锌丰缺评价指标是多少? (41)
- 34. 土壤中钼的评价指标怎样? (42)
- 35. 土壤中锰含量丰缺评价指标是多少? (43)
- 36. 土壤中铁、铜的评价标准是多少? (44)
- 37. 土壤缺硼的原因是什么? (44)
- 38. 哪些土壤容易缺硼? (45)
- 39. 影响土壤中锌有效性的因素是什么? (46)
- 40. 影响有效态锰含量的因素有哪些? (47)
- 41. 影响土壤有效铁的因素有哪些? (48)
- 42. 影响铜有效性的因素有哪些? (50)

(五) 作物缺乏微量元素的营养诊断方法

- 43. 作物缺乏微量元素的营养诊断有什么意义? (52)
- 44. 作物缺素诊断有几种方法? (52)
- 45. 如何开展缺素调查? (53)
- 46. 什么是目视诊断法? (55)
- 47. 什么是土壤化学分析诊断法? (57)
- 48. 分析微量元素时取土样有什么要求? (57)
- 49. 什么是植物化学分析法? 标准是多少? (58)
- 50. 植株样品采集应注意哪些问题? (61)
- 51. 如何开展温室和田间试验来诊断缺素症? ... (62)
- 52. 怎样开展根外喷施诊断? (63)

(六) 微肥选购、贮藏、运输及混用技术

- 53. 选购微肥应注意哪些问题? (65)
- 54. 微肥贮运中应注意哪些问题? (67)
- 55. 微肥能否长期保存? (67)
- 56. 微肥和氮、磷、钾化肥有什么区别? (67)
- 57. 微肥与植物生长刺激素有何不同? (68)
- 58. 微肥之间、微肥和常规化肥之间能否混用? (69)
- 59. 微肥与农药能否混合使用? (70)
- 60. 微肥在砂土地或低产地使用增产显著吗? ... (70)

(七) 硼肥的作用和施用方法

- 61. 硼肥对农作物生长发育有什么作用? (72)
- 62. 哪些作物需硼较多? (74)
- 63. 硼肥有哪些种类? (75)
- 64. 怎样施用硼肥? (75)
- 65. 使用硼肥应注意哪些问题? (77)
- 66. 怎样诊断棉花缺硼症? 如何防治? (78)
- 67. 油菜缺硼的症状有哪些? 怎样防治? (78)
- 68. 柑橘缺硼有什么症状? 如何防治? (79)
- 69. 苹果缺硼有哪些症状? (80)
- 70. 怎样防治苹果树缺硼症? (81)
- 71. 葡萄缺硼有哪些症状? 怎样防治? (81)
- 72. 桃树缺硼有哪些症状? 怎样防治? (82)

73. 蔬菜缺硼有哪些症状？如何防治？……………（82）
74. 硼肥的增产效果如何？……………（84）

（八）锌肥的作用和施用方法

75. 锌对作物生长发育有什么作用？……………（87）
76. 哪些作物施锌肥效果好？……………（88）
77. 锌肥的种类有哪些？……………（89）
78. 锌肥的使用方法有几种？……………（89）
79. 水稻缺锌有哪些症状？如何防治？……………（91）
80. 玉米缺锌有哪些症状？怎样防治？……………（92）
81. 桃树、柑橘、葡萄、苹果缺锌有何症状？
怎样防治？……………（93）
82. 蔬菜缺锌表现什么症状？怎样防治？……………（95）
83. 锌肥的增产效果如何？……………（96）

（九）钼肥的作用和施用方法

84. 钼在植物体内的功能是什么？……………（99）
85. 哪些作物施用钼肥效果好？……………（101）
86. 钼肥有哪些品种？……………（101）
87. 怎样施用钼肥？……………（102）
88. 使用钼肥应注意什么问题？……………（103）
89. 蔬菜缺钼有哪些症状？怎样防治？……………（104）
90. 小麦缺钼有哪些症状？怎样防治？……………（105）
91. 豆科作物的缺钼症有何特点？怎样防治？…（105）

92. 钼肥的增产作用如何? (106)

(十) 锰肥的作用和施用方法

93. 锰在植物体内的功能是什么? (108)
94. 哪些作物施用锰肥效果好? (110)
95. 锰肥有哪些品种? (111)
96. 锰肥使用方法有哪些? (112)
97. 小麦缺锰有何症状? 怎样防治? (113)
98. 蔬菜缺锰有哪些症状? 防治效果如何? (114)
99. 锰肥的增产效果怎样? (115)

(十一) 铁肥的作用和施用方法

100. 铁在植物体内的作用是什么? (118)
101. 哪些作物对铁肥敏感? (119)
102. 铁肥有哪些种类? 施用时应注意什么? (120)
103. 如何施用铁肥? (120)
104. 柑橘、苹果缺铁症有何特点? (121)
105. 果树怎样施铁肥? (122)
106. 铁肥的增产作用怎样? (123)

(十二) 铜肥的作用和施用方法

107. 铜在作物体内的作用是什么? (125)
108. 哪些作物对铜肥较敏感? (127)
109. 铜肥有哪些种类? (128)

110. 怎样使用铜肥? (129)

111. 施用铜肥有哪些增产效果? (130)

(十三) 稀土微肥的作用与施用方法

112. 什么叫稀土? 发展情况怎样? (132)

113. 稀土微肥在农业上应用效果怎样? (133)

114. 稀土微肥种类有哪些? 哪些土壤和作物需施

稀土微肥? (134)

115. 稀土微肥施用方法有哪些? (135)

116. 稀土有毒吗? (136)

(十四) 附 录

1. 一般作物必需营养元素的主要生理作用……(137)
2. 作物缺乏营养元素的一般形态特征……(140)
3. 几种主要大田作物缺乏氮、磷、钾养分的典型症状……(144)
4. 几种主要蔬菜缺乏氮、磷、钾养分的典型症状……(146)
5. 几种主要果树缺乏某些微量元素的典型症状……(147)
6. 主要国产原子吸收分光光度计型号和性能…(149)
7. 土壤有效性微量元素的测定……(150)

(一) 微量元素和微肥的基本知识

1. 什么叫微量元素？

世界上的一切物体，无论是植物、动物和人体等有机生命体，还是矿物、岩石、空气和水等非生命无机体，都是由各种化学元素组成的。根据研究证实，目前世界上已经发现的化学元素有107种。这些元素在自然界或各种物体中的含量，差异十分悬殊，有些元素含量很高，而有些元素含量却甚低。

对于自然界所存在的化学元素，根据含量的高低或多寡，分为大量元素（有人称常量元素）、中量元素和微量元素三大类。大量元素是含量很高的化学元素的统称，微量元素是含量很低的化学元素的统称。介于大量元素和微量元素之间统称为中量元素。

微量元素是一个针对大量元素与中量元素而言的相对概念。所谓微量元素，顾名思义，微者少也。少具有双重意思，一是指含量很少，二是指动植物对它们的需要量很少。从广义来说，微量元素泛指自然界或自然界的各种物体中含量很低的或者说很分散而不富集的化学元素。

土壤学中所指的微量元素，既可以泛指土壤中所有的含量很低的化学元素，也可以指其中具有生物学意义的化学元素。土壤中微量元素的研究除了具有生物学意义以外，常有一定的特殊意义，如可以阐明某种土壤的成土过程、环境质量评价等。具有生物学意义的微量元素常是酶或辅酶的组成成分，它们在生物体中的特殊机制有很强的专一性，为生物体正常的生长发育所不可缺少的。我们把地壳中含量范围为百万分之几到十万分之几，一般不超过千分之几的元素，称为微量元素或痕量元素。铁元素在地壳中含量虽然较多，但植物体中含量甚少，并且具有特殊功能，故也列为微量元素来论述。

2. 微量元素在农业上的作用是什么？

有机体非常需要周围环境中有一定的微量元素浓度，需要一定的微量元素化合物的组合、比例和形式，土壤是微量元素进入有机体的环境，土壤中微量元素不足或过剩都不利于有机体的发育，甚至引起植物病害。

多少年来，农学家们普遍认为，除了“有机物元素”，硅、氢、氧和氮之外，仅有几种矿质元素（灰分元素）是植物正常生长发育所必需的元素，即磷、钾、钙、镁、硫。目前氮、磷、钾三种元素做为肥料已广泛应用于农业生产中。随着科学技术的不断发展，又证实了植物生长还需要若干微量元素，最重要的是硼、锰、锌、铁、铜和钼。对于一些高等植物还需要钴、镍等，一些低等植物还需要铝、钒、钨、镓、钨等。在农业生产中，增施肥料是提高农作物产量的一项主要

措施，一般正常情况下，投入多才能产出多。若从系统的观点出发，农作物需要的肥料可看作一个系统。氮、磷、钾、各种微量元素是这个系统的组成因素。各种元素比例是否合理与产出效果有着密切的关系。

1843年德国著名的农业化学家李比西提出了“最小养分律”，即当土壤中某一种养分短缺或不足时，其它养分再多，植物生长也要受到限制，这个短缺的养分被称为“最小养分”，后来引伸为“限制因子论”。施肥时就应首先补充这个最小养分元素以维持土壤养分的平衡。近些年来，我国有些地方化肥施用量增加速度惊人，但微量元素肥料却没有使用，而氮、磷等常量化肥作为农业生产物质技术因素组成中的一个因素已超过了其它因素，经济效益和增产效应受到了微量元素等因素的制约，不能很好得到发挥。随着化肥施用量的提高，微量元素肥料推广使用越来越显得重要。

许多地方实践证明，严重地缺乏微量元素可以使许多植物发生病害症状而减产甚至颗粒无收。过去有些植物病害发生后，人们并不十分了解原因，有时错误地认为是真菌病害或细菌病害，现已证实这些病害是由于土壤中缺少某种微量元素而引起的。如缺硼引起甜菜心腐病、甘蓝型油菜只开花不结实和小麦不稔。在石灰性水稻土上，水稻“僵苗”、“缩苗”等现象就是因为土壤缺微肥引起的，通过施用微肥植株恢复正常，产量大幅度提高。禾谷类作物缺钼后，常患缺绿症。小麦若缺锰就会生长不良、减产甚至死亡。苹果树缺铜会引起树枝枯萎，缺锌会引起叶簇病，柑橘缺锌叶子会发生斑

点病并停止生长。河南农业大学在南竹北移的试验中发现，毛竹北移时往往因选地不当造成损失，如毛竹黄枯病主要是由于土壤缺铁、缺锰而引起的一种生理病害。毛竹原生长在南方酸性土壤，锰、铁含量丰富，北移后土壤偏碱，造成这些元素供应不足从而导致失败。当然，不应仅在发现上述植物病害的土壤上才施用微量元素肥料，因为土壤中稍许缺少某种微量元素是常见的，而生长在这样土壤中的植物外表不会显出受害特征，一旦发生病害就说明土壤已极端缺少某种元素啦！若能及早发现，及时施用必需的微量元素肥料就能避其害，提高单位面积产量。

微量元素还能提高植物抗病性、抗旱性、抗高温、抗低温和光照强度不足的能力及提高农作物品质。如硼肥可以使甜菜含糖量从15%增加到16.4%。目前国内许多研究机构和生产单位已有大量资料证明，各种作物只要施用得当，微量元素能大幅度提高作物产量和质量，群众称微量元素肥料是“用量少、花钱少、施用方便、效果好的化肥精”。

3. 什么是微量元素肥料？

化学肥料通常分为常量元素肥料和微量元素肥料两类。哪些是常量元素肥料呢？常量元素肥料是庄稼吸收消耗数量大的肥料，象氮肥、磷肥、钾肥、钙肥、镁肥、硫肥都属这类肥料。

微量元素肥料，通常简称为微肥。是指含有微量营养元素的肥料，庄稼吸收消耗量少（相对于常量元素肥料而言）。

作物对微量元素需要量虽然很少，但是，它们同常量元素一样，对作物是同等重要的，不可互相代替。微肥的施用，要在氮、磷、钾肥的基础上才能发挥其肥效。同时，在不同的氮、磷、钾水平下，作物对微量元素的反应也不相同。一般说来，低产土壤容易出现缺乏微量元素的情况；高产土壤，随着产量水平的不断提高，作物对微量元素的需要也会相应增高。因此，必须补施微肥，但若企图减少大量元素肥料的施用量，而只靠增施微肥来获得高产，也是错误的。

微肥是经过大量的科学试验与研究，已经证实具有一定生物学意义的，植物正常生长发育不可缺少的那些微量营养元素，在农业上作为肥料施用的化工产品，象硼肥、锌肥、锰肥、钼肥、铜肥、铁肥、钴肥都属于微肥。这些微量元素占作物体干重的百分数大致是：锰0.05%、铁0.02%、锌0.01%、硼0.005%、铜0.001%、钼0.0001%。土壤中任何一种速效态微量元素供应不足，作物就会出现特殊的症状，产量减少，品质下降，甚至收成无望。

也许有人要问，既然微肥这么重要，而以前在生产中并没有施用微肥，为什么也能有收成呢？以前，农作物产量水平偏低，吸收氮、磷、钾的数量不多，相应的需要的微量元素的数量就更少了。因此，有机肥和土壤中供应的数量就够用了。也就是说，前些年有机肥中和土壤中的微肥，能够适应农作物的产量水平，也能够维持各种营养物质的相互平衡，不会明显地影响农作物收成。但是，随着农作物产量水平的不断提高，氮、磷、钾肥料用量的不断增加，对于微量