

常见的微量元素产品及其使用方法

K. Moran
Phosyn pic, UK

摘要

微量营养素或微量元素（英文称作：“micronutrients”或“trace elements”）通常是指动植物生长过程中重要的且必需的营养成分。

前缀'micro'和'trace'是指作物对它数量的需求相对较少，一般情况每公顷只需要几克。而主要营养素和次要营养素每公顷通常需要数十或者数百千克。

表1列出了常用肥料及他们的化学符号。

表 1：基本肥料元素

主要营养素	次要营养素	微量元素
氮-N 磷-P 钾-K	钙-Ca 镁Mg 硫-S	硼-B 铜-Cu 铁-Fe 锰-Mn 钼-Mo 锌-Zn

有人认为氯(Cl)也应该被列在表中，而且最近有证据证明镍(Ni)也是一种必需的微量元素。目前，已经证实钴和钼是豆类根节中共生细菌生长必需的营养物质。

此外，钴(Co)、钼(Mo)以及碘(I)是除了表1中所列元素以外的人类和动物生长所必需的微量元素。

而本文仅讨论表1中出现的六种微量元素及其在肥料中的应用。

近十年来，随着增加产量、改善生活质量的需求不断增加以及土壤和植物组织分析的广泛利用，人们对微量元素对作物生长重要性的关注程度也越来越高。

因此，微量元素的形式、产品类型以及他们的应用技术受到了大家的关注并取得了长足的进步。

本文主要回顾了近30年来微量元素的发展历程。

本文举例阐明了从十九世纪70年代到目前为止的发展过程。上世纪70年代时，微量元素仅仅是以“直接的”无机物质的形式存在，如硫酸盐、含氧硫酸盐和氧化物等。

“直接的”无机物

表2列出了常见的“直接的”无机物的种类。这些物质主要以播撒、犁耕或者与氮、磷、钾肥料相混合的方式，输送到土壤中去。选择哪些微量元素一般只考虑经济因素和匹配性，而不是考虑他们使用的效率和安全性。另一个问题是，“直接的”无机物经常与土壤中的其它成份反应，或者与其它成份紧缩在一起，而造成作物对其利用性能显著下降。为了补偿低利用率低的问题，人们经常加大这些物质的使用量，而这样做经常会破坏土壤并给环境带来不可弥补的损失。

表2 含微量元素的无机物

物质	成份 (%)	溶解度 (g/100g H ₂ O)
硼源		
粒状硼砂	11.3	2.5
无水四硼酸钠	21.5	1.3

硼砂®	20.5	22
铜源		
硫酸铜	25.0	24
氧化亚铜	88.8	微溶
氧化铜	79.8	微溶
铁源		
硫酸亚铁	20.1	33
硫酸铁	19.9	440
锰源		
硫酸锰	24.6	105
碳酸锰	47.8	微溶
氯化锰	43.7	63
钼源		
钼酸钠	39.7	56
钼酸铵	54.3	44
锌源		
硫酸锌	36.4	89
氧化锌	80.3	微溶
硫酸氧锌（氧化物+硫酸盐）	53.8	不定
硝酸锌	22.0	324

“配方”无机物

上世纪70年代，微量元素主要以叶面喷施的方法使用。主要原因如下，一、微量元素直接应用在叶面上可以避免其与土壤中的成份反应或者缩合。二、由于植物需要的微量元素的量一般都很小，通常来说叶面喷施方法使用的量都较小，因此采用叶面喷施的方法施用比采用土壤施用的方法更合适。

为了改善作物的安全性、可预测性和箱混能力，经常需要将微量元素与高级的无机物共同使用以提高其安全性和植物的吸收利用率。这些无机物一般均为配方物质，如湿润剂和粘接剂等。

图1：举例说明湿润剂作为配方物质的作用

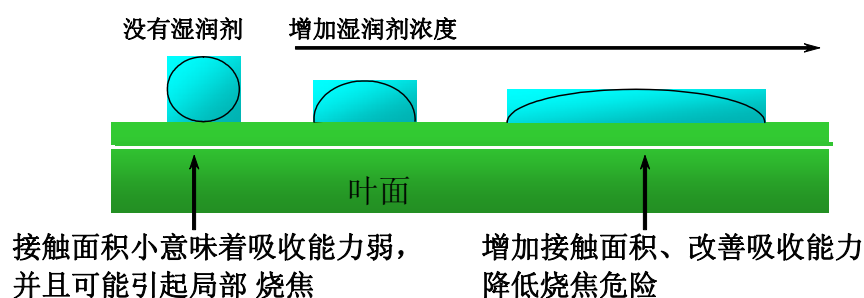


图2：举例说明粘接剂作为配方物质的作用

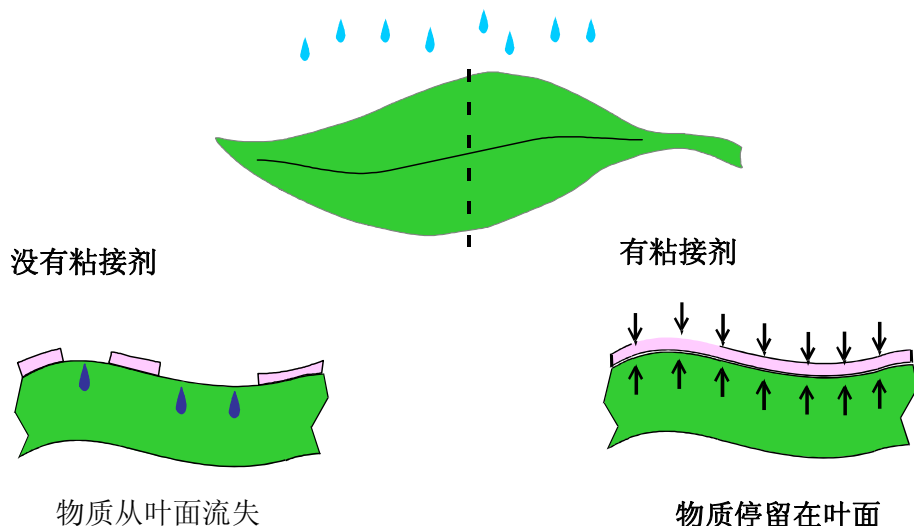


图1和图2分别说明了润湿剂和粘合剂这两种配方物质与微量元素共同使用时在叶面喷施施用方法中对叶面的吸收动力产生的影响。

从技术角度来看，叶面喷施配方物质的方法提高了微量元素的利用率，不仅对欧洲精细的、高价值的耕种系统特别适用，而且像对北非和沙特那样的沙漠灌溉工程，也能更好的满足作物安全需要。同时对于少雨和直接土壤施用会失效的情况也可以有效的解决。

“复合”微量元素

随着配方无机物的发展，19世纪80年代出现了复合微量元素。复合定义为由两个或多个稳定的化学键连接的中心金属离子组成的物质群。

螯合铜、铁、锰和锌是一种特殊类型的复合物，他们的金属离子呈环形结构围绕在一起，这使得他们在像磷酸盐这样的高浓度离子环境或者高PH值的环境中非常稳定。

螯合微量元素可以在高浓度的肥料溶液中稳定存在，也可以将其用在直接使用无机物将会出现盐析现象的溶液培养系统中。

表3 列出常见的螯合物及其微量元素含量（百分数下限为液态物质上限为粉状物质）

表3：常见螯合物的微量元素含量

螯合试剂	缩写	微量元素含量(%)			
		Cu	Fe	Mn	Zn
乙二胺四乙酸	EDTA	7-13	5-14	5-12	6-14
乙烯基二羟基苯基乙酸基二胺	EDDHA	-	4-6	-	-
二乙烯基五乙酸基三胺	DTPA	-	10	-	-

尽管EDDHA是最稳定的螯合物，且当其与铁螯合并施于土壤中时是解决水果、蔓藤植物和蔬菜微量元素缺乏问题的唯一有效途径，但是EDTA是最常用的螯合剂。

EDTA同其他植保化学品相混合时显示出很好的混配特性，通过叶面喷施的方法他们可以快速提升作物中微量元素的含量。但与配方无机物相比他们所含的微量元素少，因此需要反复的施用才可以达到缓解微量元素缺乏目的。

硼和钼不能螯合，随着化学技术的不断革新，目前这两种物质可以复合。表4中比较了EDTA和EDDHA复合物中微量元素含量的

表4 微量元素及其复合物比较

微量元素	复合物	典型分析
硼	硼-链烷醇胺	150 g/l
钼	无机物-钼酸盐	250 g/l
铜	铜-EDTA	93 g/l
铁	铁-EDDHA	50 g/l

从表中我们可以看出，含微量元素高的复合物并没有使用像EDTA 和 EDDHA这样的合成螯合分子。例如，在硼-链烷醇胺复合物中硼的含量为150 g/l 而在铁-EDDHA复合物中铁的含量只有50 g/l。

通过微量元素图谱可知，复合微量元素的应用仍然存在许多未知的领域，需要我们不断的去发展研究。

如何挑选微量元素产品

19世纪80年代对微量元素产品成功的分类使得从事农业生产的人们可以根据他们的特性、优缺点和应用技术去选择使用产品。

- 微量元素的含量
- 单位微量元素的价格
- 每个季节单位面积的用量
- 便利和实用性
- 混合使用性
- 控制缺失能力
- 品质和坚固性
- 技术支持和服务

正如我们所看到的一样，在选择产品的过程中取其特点和优势时，不可避免的存在此消彼长的问题。然而，在最近几年中一套更新的微量营养元素产品分类办法正在开发中，它将提供一套更全面的依据产品特性、特点和应用技术的选择办法。

悬浮浓缩液(SC's)

此方法基于高浓度的微量元素源的扩散作用，与复合物/螯合物、甚至配方无机物相比，这些源物质的微量元素含量很高。他们的活动方式可以被分布在微量元素源中的小颗粒物质激活，使得他们可以很容易的被植物吸收，或者在一段时间内控制释放。

包含“悬浮”和“扩散”制剂在内的特殊配方物质是确保SC的稳定和有效的基本物质。

表5 列出了典型SC's的微量元素含量和密度。

表 5： SC's微量元素的含量和密度

微量元素	含量 (g/l)	密度 (kg/l)
铜 (Cu)	250 – 500	1.3 – 1.7
锰 (Mn)	400 – 500	1.7 – 1.8
锌 (Zn)	600 – 1000	1.7 – 2.0

与其它微量元素产品相比，单位含量高的SC's使用率比较低。

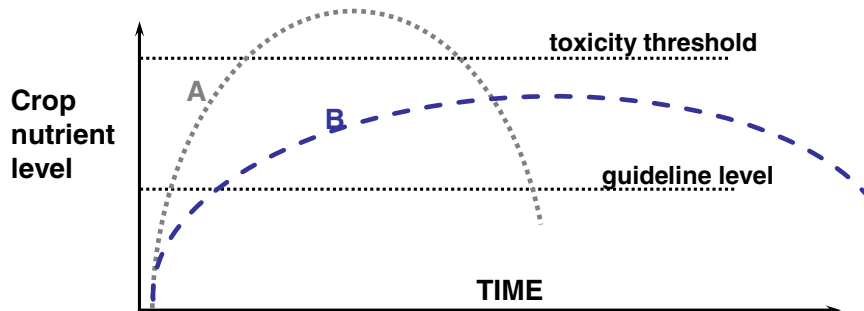
另外，他们使用安全，可以与许多植保产品同时使用。

SC's是真正的为21世纪设计的“艺术级”的微量元素产品，他们对作物提供了多样性的用途。

SC's-叶面喷施

图3 根据微量元素在作物中的吸收及其持续时间的数据，示意性的说明了两种不同叶面喷施产品的性能。SC's的特性如产品B所示，其早期吸收能力很好，而且可以在一段时间内控制释放。

图3: 举例说明两种微量元素产品不同的性能特点

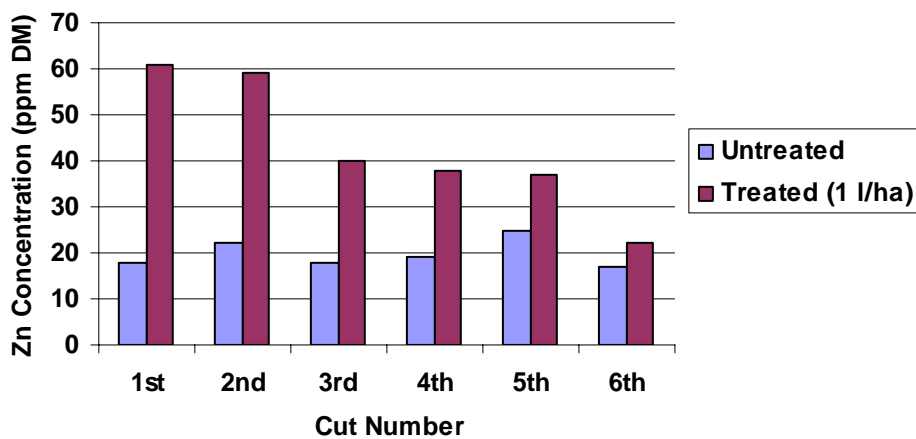


A: Undesirable performance characteristics

B: Desired performance characteristics

图4 显示了作物施用1 l/ha的含锌SC后的控释效果，跟踪时间为施用后的170天和6次收割期。

图4：叶面喷施1 l/ha含锌SC后不同收割期的微量元素水平



SC's-处理种子

一种新的SC概念的技术是将微量元素应用在种子处理方法中，该方法每吨需要4升SC，均匀地包裹在种子表面，且有良好的控释作用 and 安全性。

这种方法可以有效地缓解作物生产初期时微量元素缺乏的问题，因此SC的应用在一些国家和地区得以推广。

SC's-包裹肥料

SC's包裹肥料在干旱地区非常适用，该方法是将微量元素和复合肥直接混合。它主要优点是用量小、控释作用好且可与化肥合并使用。

图5说明了包裹SC肥料和直接与肥料混合的两种情况。此外，与传统的掺混方法相比，在整个分析过程中SC包裹方法对肥料的位置变化几乎没有什么影响，这一点我们可以从图6中看出。

图5：混合和包裹微量元素的比较

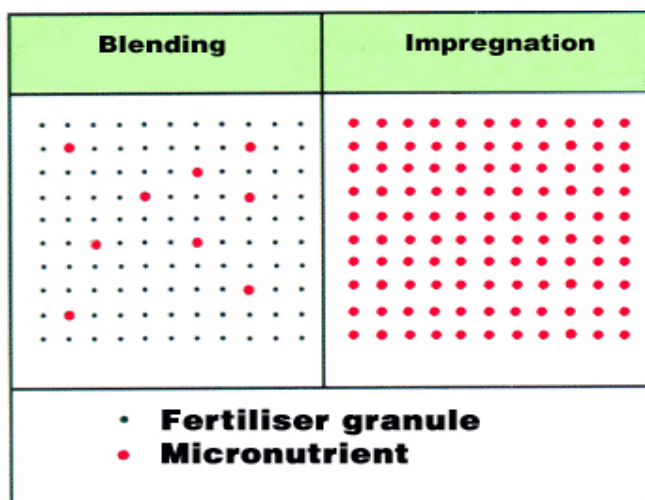


图6：混合和包裹两种方法中NPK变化对比

结论

总之，在过去的三十年中微量元素产品在农业生产领域中的应用得到了长足的发展。

主要是技术方面的进步，在设计和创造微量元素产品中运用了许多化学方法。

本文讲述了微量元素相关的一些议题，它在一定程度上代表了当今的发展状况。每种微量元素产品的主要应用方法在本文中也有涉及，但这并不是唯一的方法。

微量元素产品的选择及其使用方法不可避免的会受到不同使用者的主观态度的影响，但一般来说都会根据需求情况、性能和经验来选择。

最后也是比较重要的一点是：由于微量元素的缺乏和过剩的评判范围很窄，因此要先对土壤和作物组织结构进行必要的分析后，才可以确定哪种方法适合作物的需求。