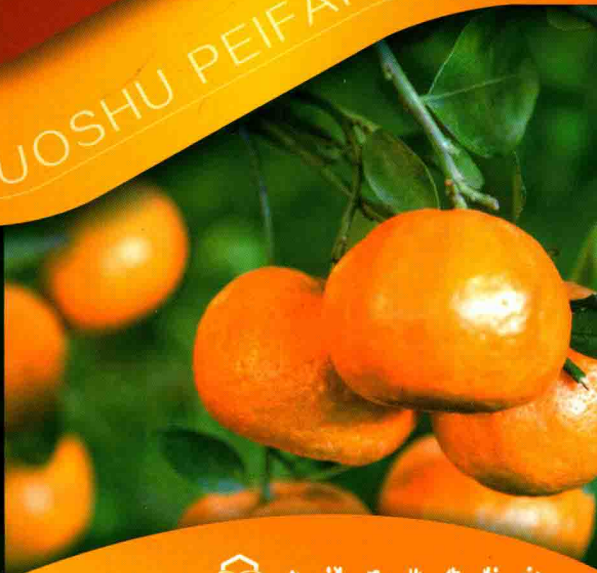
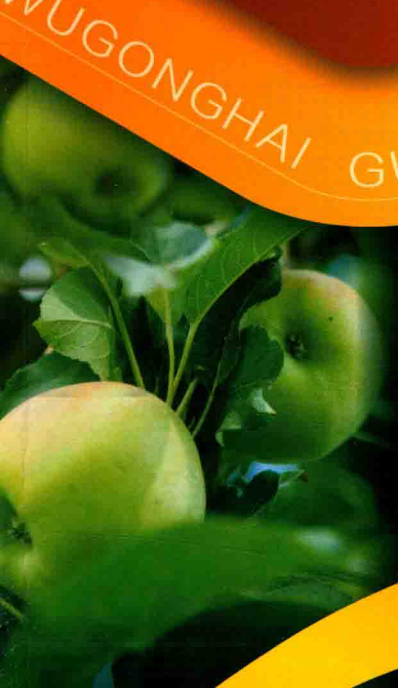


无公害 果树 配方施肥



宋志伟 杨净云 编著

WUGONGHAI GUOSHU PEIFANG SHIFE



化学工业出版社

无公害 果树配方施肥

宋志伟 杨净云 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

无公害果树配方施肥 / 宋志伟, 杨净云编著. —北京: 化学工业出版社, 2016. 12
ISBN 978-7-122-28344-3

I. ①无… II. ①宋… ②杨… III. ①果树园艺-施肥-配方②果树园艺-施肥-无污染技术 IV. ①S660.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 253662 号

责任编辑: 邵桂林

装帧设计: 张 辉

责任校对: 王素芹

出版发行: 化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 11 字数 315 千字

2017 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究



前言

我国地域广阔，种植的果树种类繁多，南北方差距较大，北方以落叶果树为主，南方以常绿果树为主。落叶果树的主要种类有苹果、梨、桃、葡萄、猕猴桃、石榴、枣、李、杏、樱桃、核桃、板栗、银杏、山楂、柿等；常绿果树的主要种类有柑橘、脐橙、柚子、荔枝、龙眼、芒果、杨梅、椰子、枇杷、槟榔、橄榄、番石榴、番木瓜、腰果等；除此之外，还有一类草本果树，如香蕉、菠萝等。由于交通物流业的发展，这些水果已成为人们生活重要的食品，其安全性对人类健康至关重要。施用安全环保肥料，采用科学施肥技术，是我国果树生产的重要措施之一。随着现代农业的发展，无公害、绿色、有机农产品需求越来越多，果树施肥也应进入注重施肥安全的时期。

我国是化肥生产和使用大国。据国家统计局数据，2013 年化肥生产量 7037 万吨（折纯，下同），农用化肥施用量 5912 万吨。专家分析，我国耕地基础地力偏低，化肥施用对粮食增产的贡献较大，大体在 40% 以上。当前我国化肥施用存在四个方面问题：一是亩均施用量偏高，我国农作物亩均化肥用量 21.9 千克，远高于世界平均水平（每亩 8 千克），是美国的 2.6 倍，欧盟的 2.5 倍；二是施肥不均衡现象突出，东部经济发达地区、长江下游地区和城市郊区施肥量偏高，附加值较高的经济作物过量施肥比较普遍；三是有机肥资源利用率低，目前，我国有机肥资源总养分约 7000 多万吨，实际利用不足 40%，其中，畜禽粪便养分还田率为 50% 左右，农作物秸秆养分还田率为 35% 左右；四是施肥结构不平衡，重化

肥、轻有机肥，重大量元素肥料、轻中微量元素肥料，重氮肥、轻磷钾肥“三重三轻”问题突出。传统人工施肥方式仍然占主导地位，化肥撒施、表施现象比较普遍，机械施肥仅占主要农作物种植面积的30%左右。

为此，2015年农业部制定了《到2020年化肥使用量零增长行动方案》力争到2020年，主要农作物化肥使用量实现零增长。力求做到以下几点：一是施肥结构优化。到2020年，氮、磷、钾和中微量元素等养分结构趋于合理，有机肥资源得到合理利用。测土配方施肥技术覆盖率达到90%以上；畜禽粪便养分还田率达到60%，提高10个百分点；农作物秸秆养分还田率达到60%，提高25个百分点。二是施肥方式改进。到2020年，盲目施肥和过量施肥现象基本得到遏制，传统施肥方式得到改变。机械施肥占主要农作物种植面积的40%以上，提高10个百分点；水肥一体化技术推广面积1.5亿亩，增加8000万亩。三是肥料利用率稳步提高。从2015年起，主要农作物肥料利用率平均每年提升1个百分点以上，力争到2020年，主要农作物肥料利用率达到40%以上。

基于以上现状，我们编写了《无公害果树配方施肥》一书，旨在目前推广的测土配方施肥技术基础上，适应农业部2015年“化肥零增长行动方案”，主要介绍了果树营养特征及营养诊断、果树测土配方施肥技术、无公害果树生产常用肥料等内容，并从果树营养需求特点、果树测土施肥配方及肥料组合、无公害果树施肥技术规程等方面，根据果树生命周期（不同生长阶段树）、灌溉方式（丘陵旱地、常规灌溉、滴管等）、栽培方式（露地栽培、保护地栽培）以及种植方式（单一种植、与其他作物间作等）等方面阐述落叶果树、常绿果树、草本果树、保护地果树等31种主要果树“无公害，减化肥，增有机，改土壤，善品质，组合化”的施肥技术。希望改变果农传统施肥观念，为他们科学合理施肥提供参考，为现代农业的可持续发展做出相应的贡献。

本书由宋志伟、杨净云编著，全书由宋志伟统稿。本书在编写过程中得到化学工业出版社、河南农业职业学院、云南农业职业技术学院以及众多农业及肥料企业等单位 and 有关人员的大力支持，在此表示感谢。

由于我们水平有限，书中难免存在疏漏之处，敬请专家、同行和广大读者批评指正。

编著者

2016 年 11 月

目录

第一章

果树营养特征及营养诊断 001

第一节 果树生长与营养元素 001

一、果树必需营养元素 001

二、果树有益营养元素 003

三、果树有害营养元素 005

第二节 果树营养特点与施肥方法 006

一、果树营养特点 006

二、果树施肥特点 007

三、果树常规施肥技术 009

四、果树施肥新技术 010

第三节 果树营养缺素诊断与补救 014

一、果树营养缺素症的诊断 014

二、主要落叶果树营养缺素症识别与补救 015

三、主要常绿果树营养缺素症识别与补救 028

四、主要草本果树营养缺素症识别与补救 036

第二章

果树测土配方施肥技术 042

第一节 果树测土配方施肥技术理论 042

一、果树测土配方施肥技术的作用	042
二、果树测土配方施肥技术的理论依据	045
三、果树测土配方施肥的技术要点	048
第二节 果树测土配方施肥技术实施	051
一、果树田间肥料效应试验	051
二、样品采集、制备与测试	054
三、田间基本情况调查	060
四、果树测土施肥配方确定	063

第三章

070

无公害果树生产常用肥料

第一节 果树生产的常用肥料	070
一、化学肥料	070
二、有机肥料	096
三、腐殖酸肥料	108
四、氨基酸肥料	112
五、生物肥料	114
六、复合(混)肥料	118
第二节 果树生产的新型肥料	127
一、缓控释肥料	127
二、新型水溶肥料	129
三、新型复混肥料	134
四、土壤调理剂	138
第三节 无公害果树生产施用的肥料组合	139
一、无公害果树生产施肥内涵	139
二、无公害果树生产施用的肥料组合	145
三、无公害果树生产产地环境控制	155

无公害落叶果树测土配方施肥技术

第一节	无公害苹果树测土配方施肥技术	159
一、	苹果树营养需求特点	159
二、	苹果树测土施肥配方及肥料组合	161
三、	无公害苹果树施肥技术规程	166
第二节	无公害梨树测土配方施肥技术	170
一、	梨树的营养需求特点	170
二、	梨树测土施肥配方及肥料组合	171
三、	无公害梨树施肥技术规程	174
第三节	无公害桃树测土配方施肥技术	176
一、	桃树的营养需求特点	176
二、	桃树测土施肥配方及肥料组合	178
三、	无公害桃树施肥技术规程	184
第四节	无公害葡萄树测土配方施肥技术	187
一、	葡萄树的营养需求特点	187
二、	葡萄测土施肥配方及肥料组合	188
三、	无公害葡萄树施肥技术规程	192
第五节	无公害枣树测土配方施肥技术	194
一、	枣树的营养需求特点	194
二、	枣树测土施肥配方及肥料组合	195
三、	无公害枣树施肥技术规程	197
第六节	无公害杏树测土配方施肥技术	202
一、	杏树的营养需求特点	202
二、	杏树测土施肥配方及肥料组合	203
三、	无公害杏树施肥技术规程	204
第七节	无公害李子树测土配方施肥技术	207
一、	李子树的营养需求特点	207
二、	李子树测土施肥配方及肥料组合	208
三、	无公害李子树施肥技术规程	209
第八节	无公害樱桃树测土配方施肥技术	210

一、樱桃树的营养需求特点	210
二、樱桃树测土施肥配方及肥料组合	211
三、无公害樱桃树施肥技术规程	212
第九节 无公害石榴树测土配方施肥技术	214
一、石榴树的营养需求特点	214
二、石榴树测土施肥配方及肥料组合	215
三、无公害石榴树施肥技术规程	216
第十节 无公害猕猴桃树测土配方施肥技术	219
一、猕猴桃树的营养需求特点	219
二、猕猴桃树测土施肥配方及肥料组合	220
三、无公害猕猴桃树施肥技术规程	221

第五章

224

无公害常绿果树测土配方施肥技术

第一节 无公害柑橘树测土配方施肥技术	224
一、柑橘树的营养需求特点	224
二、柑橘树测土施肥配方及肥料组合	225
三、无公害柑橘树施肥技术规程	229
四、无公害脐橙树施肥技术规程	232
五、无公害柚子树施肥技术规程	235
第二节 无公害荔枝树测土配方施肥技术	237
一、荔枝树的营养需求特点	237
二、荔枝树测土施肥配方及肥料组合	238
三、无公害荔枝树施肥技术规程	242
第三节 无公害龙眼树测土配方施肥技术	247
一、龙眼树的营养需求特点	247
二、龙眼树测土施肥配方及肥料组合	248
三、无公害龙眼树施肥技术规程	249
第四节 无公害椰子测土配方施肥技术	257
一、椰子树的营养需求特点	257
二、椰子树测土施肥配方及肥料组合	258

三、无公害椰子树施肥技术规程	260
第五节 无公害芒果树测土配方施肥技术	262
一、芒果树的营养需求特点	262
二、芒果树测土施肥配方及肥料组合	263
三、无公害芒果树施肥技术规程	264
第六节 无公害杨梅树测土配方施肥技术	267
一、杨梅树的营养需求特点	267
二、杨梅树测土施肥配方及肥料组合	269
三、无公害杨梅树施肥技术规程	270
第七节 无公害枇杷树测土配方施肥技术	275
一、枇杷树的营养需求特点	275
二、枇杷树测土施肥配方及肥料组合	276
三、无公害枇杷树施肥技术规	278

第六章

283

无公害草本果树测土配方施肥技术

第一节 无公害香蕉测土配方施肥技术	283
一、香蕉的营养需求特点	283
二、香蕉测土施肥配方及肥料组合	284
三、无公害香蕉施肥技术规程	288
第二节 无公害菠萝测土配方施肥技术	291
一、菠萝的营养需求特点	291
二、菠萝测土施肥配方及肥料组合	292
三、无公害菠萝施肥技术规程	294
第三节 无公害草莓测土配方施肥技术	298
一、草莓的营养需求特点	298
二、草莓测土施肥配方及肥料组合	299
三、无公害草莓施肥技术规程	300
第四节 无公害西瓜测土配方施肥技术	303
一、西瓜的营养需求特点	303
二、西瓜测土施肥配方及肥料组合	304

三、无公害西瓜施肥技术规程	307
第五节 无公害甜瓜测土配方施肥技术	309
一、甜瓜的营养需求特点	309
二、甜瓜测土施肥配方及肥料组合	310
三、无公害甜瓜施肥技术规程	312

第七章

保护地无公害果树测土配方施肥技术

315

第一节 保护地葡萄测土配方施肥技术	315
一、保护地葡萄常规施肥技术	315
二、无公害保护地葡萄施肥技术规程	317
第二节 保护地桃树测土配方施肥技术	319
一、保护地桃树常规施肥技术	319
二、无公害保护地桃树施肥技术规程	320
第三节 保护地樱桃树测土配方施肥技术	322
一、保护地樱桃树常规施肥技术	322
二、无公害保护地樱桃树施肥技术规程	323
第四节 保护地杏树测土配方施肥技术	325
一、保护地杏树常规施肥技术	325
二、无公害保护地杏树施肥技术规程	326
第五节 保护地草莓测土配方施肥技术	328
一、保护地草莓常规施肥技术	328
二、无公害保护地草莓施肥技术规程	329
第六节 保护地西瓜测土配方施肥技术	331
一、保护地西瓜常规施肥技术	331
二、无公害保护地西瓜施肥技术规程	332
第七节 保护地甜瓜测土配方施肥技术	334
一、保护地甜瓜常规施肥技术	334
二、无公害保护地甜瓜施肥技术规程	335

参考文献	338
-------------------	------------

第一章

果树营养特征及营养诊断

我国是世界果树生产大国，栽培面积达 1000 万公顷，居世界第一位。只有生长健康的果树才能生产出健康而品质优良的水果产品，而健康的果树，除了从土壤中吸收一部分营养元素外，还需要通过施用肥料来满足其对养分需要。因此，安全科学施用肥料对果树健康生长尤为重要。

第一节 果树生长与营养元素

果树生长需要的营养元素被吸收进入体内后，还需要经过一系列的转化和运输过程才能被其利用，但并不是每种营养元素对果树生长都是必需的。常将果树生长吸收的营养元素分为必需营养元素、有益营养元素、有害营养元素等。

一、果树必需营养元素

果树是多年生木本植物，其营养特性与大田作物不同，在其生命过程中需要多种营养元素，每一种营养元素都有其特定的生理功能，且不可替代。目前为止，已经确定为果树生长发育所必需的营养元素有 16 种，即碳 (C)、氢 (H)、氧 (O)、氮 (N)、磷 (P)、钾 (K)、钙 (Ca)、镁 (Mg)、硫 (S)、铁 (Fe)、锰 (Mn)、锌 (Zn)、铜 (Cu)、钼 (Mo)、硼 (B)、氯 (Cl)。其中碳、氢、氧、

氮、磷、钾 6 种称为大量营养元素；钙、镁、硫 3 种称为中量营养元素；铁、硼、锰、铜、锌、钼、氯 7 种称为微量营养元素。由于碳、氢、氧、氯等一般不需要通过施肥来解决，因此从果树营养与施肥的角度出发，主要考虑氮、磷、钾、钙、镁、硫、铁、锰、锌、铜、钼、硼等必需营养元素的适量供应及其在树体中的转化与积累等问题。各种必需营养元素在果树体内具有独特的生理作用（表 1-1）。

表 1-1 果树必需营养元素的生理作用

元素名称	生理作用
碳	光合作用的原料；淀粉、蛋白质、脂肪等重要有机化合物的组成元素
氢	作为水分的组成元素参与一切生理生化过程；淀粉、蛋白质、脂肪等重要有机化合物的组成元素
氧	呼吸作用的原料；参与水和二氧化碳的组成；淀粉、蛋白质、脂肪等重要有机化合物的组成元素
氮	蛋白质、酶、核酸、核蛋白、叶绿素、维生素、激素等重要物质的组成元素；增强作物光合作用，参与作物体内各种代谢活动，调控作物的生命活动
磷	作物体许多重要物质（核酸、核蛋白、磷脂、酶等）的成分；在糖代谢、氮素代谢和脂肪代谢中有重要作用；能提高作物抗寒、抗旱等抗逆性
钾	作物体内 60 多种酶的活化剂，参与作物代谢过程；能促进叶绿素合成，促进光合作用；是呼吸作用过程中酶的活化剂，能促进呼吸作用；增强作物的抗旱性、抗高温、抗寒性、抗盐、抗病性、抗倒伏、抗早衰等能力
钙	构成细胞壁的重要元素，参与形成细胞壁；能稳定生物膜的结构，调节膜的渗透性；能促进细胞伸长，对细胞代谢起调节作用；能调节养分离子的生理平衡，消除某些离子的毒害作用
镁	叶绿素的组成成分，并参与光合磷酸化和磷酸化作用；是许多酶的活化剂，具有催化作用；参与脂肪、蛋白质和核酸代谢；是染色体的组成成分，参与遗传信息的传递
硫	构成蛋白质和许多酶不可缺少的组分；参与合成其他生物活性物质，如维生素、谷胱甘肽、铁氧还蛋白、辅酶 A 等；与叶绿素形成有关，参与固氮作用；合成作物体内挥发性含硫物质，如大蒜油等
铁	许多酶和蛋白质组分；影响叶绿素的形成，参与光合作用和呼吸作用的电子传递；促进根瘤菌作用
锰	多种酶的组分和活化剂；是叶绿体的结构成分；参与脂肪、蛋白质合成，参与呼吸过程中的氧化还原反应；促进光合作用和硝酸还原作用；促进胡萝卜素、维生素、核黄素的形成

续表

元素名称	生理作用
铜	多种氧化酶的成分;是叶绿体蛋白——质体蓝素的成分;参与蛋白质和糖代谢;影响作物繁殖器官的发育
锌	许多酶的成分;参与生长素合成;参与蛋白质代谢和碳水化合物运转;参与作物繁殖器官的发育
钼	固氮酶和硝酸还原酶的组成成分;参与蛋白质代谢;影响生物固氮作用;影响光合作用;对作物受精和胚胎发育有特殊作用
硼	能促进碳水化合物运转;影响酚类化合物和木质素的生物合成;促进花粉萌发和花粉管生长,影响细胞分裂、分化和成熟;参与作物生长素类激素代谢;影响光合作用
氯	能维持细胞膨压,保持电荷平衡;促进光合作用;对作物气孔有调节作用;抑制作物病害发生

二、果树有益营养元素

某些营养元素并非是所有果树都必需的,但能促进某些果树的生长发育,这些元素被称为果树有益营养元素,常见的主要有钠、硅、钴、硒、钒、镍、钛、稀土元素等。

1. 钠

艾伦(Allen, 1995)研究固氮蓝藻时发现柱状鱼腥藻是需钠的作物;布劳内尔(Brownell, 1975)用藜科作物作试验,证明钠是该作物生长的必需营养元素,作物缺钠后出现黄化病。此外,许多实验证明,苋科、苕荬科等盐生作物及甜菜、芜菁、芹菜、大麦、棉花、亚麻、胡萝卜、番茄等作物缺钾时,如果土壤有钠存在,则这些作物的生长发育仍可正常进行。

钠在作物生命活动中的作用,目前还不十分清楚。盐生作物中钠可调节渗透势,降低细胞水势,促进细胞吸水,因此高盐条件下促进细胞伸长,使作物叶片面积、厚度、储水量和肉质性都有所增加,出现多汁性。某些作物(如糖用甜菜、萝卜、芜菁等)供钾不足时,钠可有限度替代钾的功能。

2. 硅

硅在土壤含量最多,通常以二氧化硅(SiO_2)形式存在,而果树能够吸收的硅形态是单硅酸 $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ 。硅在木贼科、禾本

科作物中含量很高，特别是水稻。

硅多集中在表皮细胞内，使细胞壁硅质化，增强果树各种组织的机械强度和稳固性，提高果树对病虫害的抵抗力和抗倒伏的能力。硅有助于叶片直立，使植株保持良好的受光姿态，间接增强群体的光合作用。硅可以减少果树的蒸腾，提高果树对水的利用率。

3. 钴

钴是维生素 B_{12} 的成分，在作物共生固氮中起重要作用。钴是黄素激酶、葡萄糖磷酸变位酶、焦磷酸酶、酸性磷酸酶、异柠檬酸脱氢酶、草酰乙酸脱羧酶、肽酶、精氨酸酶等酶的活化剂，可以调节这些酶催化的代谢反应。

4. 硒

大多数情况下土壤含硒量很低，平均为 0.2 毫克/千克。硒在土壤中以 Se^{6+} 、 Se^{4+} 、 Se^0 、 Se^{2-} 等存在，形成硒盐、亚硒酸盐、元素硒、硒化物及有机态硒。硒与人体和动物的健康密切相关。硒可以增强果树体的抗氧化作用，提高谷胱甘肽过氧化物酶活性，从而消除氧自由基。低浓度硒可促进百合科、十字花科、豆科、禾本科作物种子萌发和幼苗生长。

5. 钒

钒是动物的一个必需元素，钒对高等作物是否必需，至今尚无确切证据，但对删列藻的生长是必需的。适量的钒可以促进番茄、甘蓝、玉米、水稻等作物的生长，并增加产量和改进品质。钒能促进大麦、松树种子的萌芽，促进其生长发育。钒对生物固氮有利，提高光合效率，促进叶绿素的合成，促进铁的吸收和利用。钒可提高某些酶的活性，以及种子发芽。

6. 镍

作物干物质正常含镍 0.1~5 毫克/千克。镍在作物体内可移动，作物种子和果实中含量较高。镍是脲酶的金属辅基，是脲酶的结构和催化功能所必需的。在作物的氮代谢中起重要作用，能催化尿素降解；有利于种子发芽和幼苗生长。

7. 钛

作物体内普遍含有钛元素，不同作物含量也不同。钛主要与光合作用和豆科果树固氮有关。钛能促进果树对某些养分的吸收和运

转,促进果树体内多种酶的活性,提高果树叶片中叶绿素的含量,提高果树产量,并能明显改善果树品质。

8. 稀土元素

稀土元素是元素周期表中原子序数为 57~71 的镧系元素——镧 (La)、铈 (Ce)、镨 (Pr)、钕 (Nd)、钷 (Pm)、钐 (Sm)、铕 (Eu)、钆 (Gd)、铽 (Tb)、镝 (Dy)、钬 (Ho)、铒 (Er)、铥 (Tm)、镱 (Yb)、镱 (Lu), 以及与镧系的 15 个元素密切相关的元素——钇 (Y) 和钪 (Sc) 共 17 种元素的统称。果树中稀土元素的含量一般在 25~570 毫克/千克。

稀土元素对果树扦插生根有特殊作用,同时还可提高果树叶绿素含量和光合速率。稀土元素已广泛应用于果树、林业、蔬菜、花卉等方面。

三、果树有害营养元素

1. 必需营养元素过量施用

必需营养元素施用过量会对作物产生有害作用。常见症状有叶片黄白化、褐斑;茎叶畸形、扭曲;根弯曲、变粗或尖端死亡;出现狮尾、鸡爪等畸形根。其中微量元素与大量元素不同,由于最适需要量与中毒水平比较接近,过量会导致作物中毒,甚至引起人畜的某些疾病发生。如硼过剩,叶缘大多成黄或褐色镶边;饲料植物含钼>10 毫克/千克,长期饲喂可引起家畜钼毒症。由于元素之间会互相抗衡,有些元素的缺素症是因某一元素的过剩吸收产生的,如磷过多,常以缺铁、锌、镁等失绿症表现;酸性土壤锰过多可引起缺钼。

2. 作物有害营养元素

有些元素存在于作物体内,在极低浓度下未能表现出已知的生理功能,却产生了毒害作用,称之为有害营养元素,如铝、砷、氟、锡、铬、镍、汞、铅等。

(1) 铝中毒 作物根系生长减少,根尖和侧根变粗变褐,叶片暗绿,茎秆发紫。常伴随作物组织中高量铁、锰和低浓度钙、镁。

(2) 砷中毒 水稻中度中毒时茎叶扭曲,无效分蘖增多,严重时植株地上部发黄,根系发黑、稀疏。甘薯受害叶片出现褐色斑