

作物施肥技术丛书



俞立达 石学根 编著

柑 桔

施肥新技术

农业出版社

666.06
5003

作物施肥技术丛书

柑桔施肥新技术

俞立达 石学根 编著

农业出版社

(京) 新登字 060 号

作物施肥技术丛书

柑桔施肥新技术

俞立达 石学根 编著

* * *

责任编辑 罗梅健

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

新华书店北京发行所发行 北京密云县印刷厂印刷

787×1092mm 32 开本 4 印张 2 插页 85 千字

1993 年 12 月第 1 版 1993 年 12 月北京第 1 次印刷

印数 1—4,700 册 定价 3.50 元

ISBN 7-109-03034-2/S·1943

出版说明

施肥是实现作物优质、高产、稳定的一项主要栽培技术措施。随着科学技术的不断提高和现代仪器设备的应用，作物施肥已由传统的经验施肥向经济合理的科学施肥发展，并在推广营养诊断施肥、配方施肥和平衡施肥的新技术；在肥料品种及施肥方法上，近年来也在不断更新和改进。

为了及时推广、普及施肥新技术，我们邀请了具有较高理论水平并有丰富实践经验的专家编写了一套《作物施肥技术丛书》，该丛书选题包括了我国主要的粮食、果树、蔬菜及经济作物等施肥新技术，内容密切联系生产实际，以介绍生产应用技术为主，同时阐述作物的生物、营养特性和需肥规律及缺素症状等科学知识，体现科学性、先进性和实用性。文字表达上力求深入浅出，通俗易懂，有的并附作物营养缺素症状图谱（彩照）。

本丛书可供具有初中以上文化程度的农民、农业技术人员及农村基层干部阅读应用。

前 言

施肥是实现柑桔优质、高产、稳产的一项主要栽培技术措施。随着科学技术的不断提高和现代化仪器设备的应用，柑桔施肥已由传统的经验施肥向经济合理的科学施肥发展，并逐步建立起诊断施肥、配方施肥和平衡施肥的新技术。肥料种类也由单一元素向多元复（混）合肥料方向发展，近年已研制出适合不同土壤和品种特性的柑桔专用复（混）合肥料。在施肥方法上，也由根部土壤施肥到树冠叶片喷施，以及根吸和主干注射等。因此，柑桔施肥技术，也随着科学技术的发展，在不断更新和提高。

为了适应柑桔栽培技术的全面提高和施肥技术的不断更新；普及和推广柑桔施肥新技术，满足广大生产者的需要，本书密切联系生产实际，阐述新的施肥技术，并介绍我国各地柑桔优质、高产、稳产园的施肥实例，供广大柑桔生产者借鉴。

然而，由于我国柑桔栽培范围广大，各地气候、土壤等自然条件复杂，柑桔品种繁多，因此，很难满足所有读者的要求，希望能结合当地的实际情况，参照应用。

由于我们学术水平有限，生产实践缺乏，本书不足和错误之处，请读者批评指正。

编者

1992年10月25日

目 录

出版说明

前言

一、柑桔的营养和需肥特征	1
(一) 柑桔生育所必需的营养元素及其功能	1
(二) 柑桔吸收养分的特点	6
(三) 影响柑桔养分吸收的因素	8
二、土壤类型与柑桔施肥	13
(一) 潮土类	13
(二) 湿土类	14
(三) 红壤类	16
(四) 黄壤类	17
(五) 紫色土类	17
(六) 盐土类	18
三、柑桔营养诊断及营养失调症的防治	22
(一) 形态诊断与营养失调症的防治	22
(二) 叶分析诊断及诊断指标	35
(三) 土壤诊断及诊断指标	48
四、柑桔施肥方案的制定及实施	59
(一) 施肥量	59
(二) 施肥时期	65
(三) 肥料种类	67
(四) 施肥方法	82

五、柑桔优质高产园施肥实例.....	89
(一) 温州蜜柑	89
(二) 椪柑、蕉柑	94
(三) 本地早	95
(四) 南丰蜜桔	97
(五) 红桔 (川桔、福桔)	99
(六) 锦橙	100
(七) 夏橙	101
(八) 暗柳橙	103
(九) 哈姆林甜橙	104
(十) 脐橙.....	105
(十一) 柚	106
(十二) 金柚 (胡柚)	108
(十三) 金柑	109
六、柑桔配方施肥	112
(一) 配方施肥的依据和特点	112
(二) 配方施肥的内容和方法	114
七、附录	120
(一) 柑桔营养失调症状检索表	120
(二) 柑桔缺素症状彩图	

一、柑桔的营养和需肥特征

柑桔是多年生木本常绿果树，整个生长周期可分幼树、成年树和老年树三个阶段；一年中又可分芽期、花期、抽梢期、发根期、幼果期、果实膨大期和果实成熟期等。柑桔在不同生长阶段和生长期对养分种类和数量的要求不同。一年中根据不同时期的养分要求进行施肥，是实现柑桔优质高产、稳产的重要保证。

（一）柑桔生育所必需的营养元素及其功能

根据柑桔叶片成分的测定，现叶片中可测得的 31 种元素中，有 13 种元素是柑桔生长发育所必需的，还有 12 种元素虽不是必需元素，但对柑桔生长、结果有一定的影响，另有 6 种元素由于叶片中不那么移动，现在还难以肯定其作用。

到目前为止，虽知道植物体中含有 71 种元素之多，但柑桔等果树生育所必需的无机营养元素仅知 16 种。

所谓必需的营养元素应具备三个条件，即一是在柑桔生育中所不可缺少的，缺少了它，柑桔就不能正常生长发育；二是不能被其它元素所替代；三是在柑桔树体内担负着一定的生理作用。

柑桔等果树所必需的 16 种营养元素中，碳、氢、氧 3 种元素来源于空气和水。其它 13 种元素是由土壤供给，靠施肥得到不断地补充。这些营养元素是氮、磷、钾、钙、镁、硫、硼、铁、锰、锌、铜、钼和氯。人们根据植物对这些元素需要量的多少，将氮、磷、钾称为大量元素或三要素，而钙、

镁、硫需要量较少称为次量元素，后7种元素称为微量元素。另外还有对柑桔生长有益的元素如硅、钴、钠等，见表1-1。

表 1-1 柑桔必需的元素和有益元素及其主要来源

必需的营养元素				有益元素
需要量大的		需要量次之	需要量小的	来自土壤
来自空气和水	来自土壤	来自土壤	来自土壤	
碳(C) 氢(H) 氧(O)	氮(N) 磷(P) 钾(K)	钙(Ca) 镁(Mg) 硫(S)	铁(Fe)铜(Cu) 锰(Mn)钼(Mo) 锌(Zn)氯(Cl) 硼(B)	钠(Na)镍(Ni) 硅(Si)铝(Al) 钴(Co)钡(Ba)

各种营养元素的作用分述如下：

1. 氧 氧是柑桔根系呼吸作用不可缺少的，是柑桔生长所需要的水和二氧化碳的组成元素，也是构成柑桔树体的淀粉、脂肪、蛋白质及纤维素等成分的主要元素。土壤中缺氧易引起柑桔根系腐烂或呼吸能力下降，使吸收养分减少。

2. 氢 氢是水的组成元素，是由叶绿体分解水而生成；在柑桔树体中多种有机化合物的组成元素。

3. 碳 碳是光合作用产物，是呼吸同化空气中二氧化碳而得到的，其中一部分在呼吸作用中被释放，它同样是植物体构成多种有机化合物所不可缺少的元素之一。

4. 氮 氮素是对柑桔生长和发育影响最大的一个营养元素，是构成柑桔树体和产量的基础物质之一。它是蛋白质、叶绿素、生物碱、酰胺等必需物质的组分，在树体内多以有机态存在，但也有小部分以硝态氮和氨态氮存在于组织之中。极大部分氮素供应生殖器官和嫩梢的生长和发育。晚秋和冬

季吸收而贮藏于叶组织中的多量氮，供应翌年春季发芽抽梢和开花结果之用。叶片是柑桔所吸收氮素的²²最大贮藏场所，全树总氮量（包括果实）的40%以上是在叶中，未结果的幼树贮存于叶中的氮量更多，占总量的60%左右。因此，氮的缺乏会使树势衰退，新生部位受到很大的限制，结果数锐减，所结果实也小，产量显著下降。

由于缺少叶簇和枝梢的大量枯死，全树变为光秃和矮丛景观。但这类树很少完全死亡，多数处在生长受阻状态，缺氮的柑桔果实品质反而较好，果皮也较光滑，果实成熟提早。但由于结果少、果实体积变小、产量很低。

5. 磷 由于磷是细胞分裂必要的营养元素，在柑桔的花、种子以及新梢、新根等生长活跃部位，磷有大量的累积。因此，磷的缺乏会影响新根生长，使根系伸长变坏，从而影响柑桔树体对氮和钾等土壤中的主要营养元素的吸收，而并发其它要素的缺乏症。同时，磷的缺乏使抽生的新梢生长细弱，花数锐减，形成的果实也容易脱落，果皮粗厚、果汁减少、味酸，果实小而成熟延迟、品质变劣、产量下降。

6. 钾 钾以离子状态存在于树体细胞液中，是一种移动性极强的元素，有助于碳水化合物的合成和促进糖向果实移动，起着“泵”的作用。钾还有助于根系所吸收的硝酸在树体内还原形成蛋白质，在果实蛋白质合成中钾也占有重要位置。因此，缺钾时树体生长受到严重抑制，产量降低。由于果实膨大需要消耗大量的钾，因此在果实膨大期，如钾供给不足，果实就会发育不良，下部老叶中的钾由于向果实移动，而发生缺钾，且由于钾加剧叶面水分的蒸发，而使叶片枯萎。一般缺钾果实品质变劣，着色不良，也与钾供应不足而影响碳水化合物的合成有一定的关系。

7. 钙 钙在树体内是不易流动的元素，在树体各部位的含量也有明显差异，叶片含钙量要比枝和果实中多，老叶比新叶多。钙在树体内担负着中和过剩有机酸的作用，这是由于钙能与代谢产物草酸生成难溶性的草酸钙而调节体内酸碱反应，防止过量酸的毒害作用。

另外，钙是细胞壁和细胞间层的组成成分。钙能使细胞膜和液泡膜中的脂肪和蛋白质两者结合起来，以防止细胞或液泡中物质的外渗。当果实中钙含量低时，果实成熟后，膜很快分解，失去作用，使呼吸作用和某些酶的活性增强，导致果实衰老。

此外，钙与树体内糖分的移动也有一定的关系，缺钙时，会使叶中碳水化合物的转运受到阻碍，从而影响果实品质。

8. 镁 镁是构成叶绿素的要素，正像构成动物血的中心是铁那样，构成植物叶绿素的中心是镁。因此，缺镁时叶绿素减少，光合作用变弱，淀粉生成减少。

另外，镁在柑桔树体内对磷酸的移动具有促进作用。因此镁的缺乏，使树体内的磷酸含量降低，致使磷酸停止向细胞分裂旺盛的生长点转运，而使柑桔的生长发育受阻。

9. 硫 硫是组成蛋白质、氨基酸、维生素和酶的成分。它与柑桔树体中的氧化、还原、生长调节等生理作用有关；并间接地与叶绿素形成和碳水化合物的代谢有关。由于缺硫会影响氮的代谢，所以柑桔缺硫时，出现类似缺氮那样叶片呈淡绿色，新生叶发黄，开花和结果减少，成熟期延迟。

10. 铁 铁是柑桔树体内一些氧化酶的成分，铁虽不是构成叶绿素的成分，但它对叶绿素的形成是必不可少的。因此，柑桔缺铁时，抽生新叶失绿呈黄白化，使光合作用强度降低，新梢生长、果实品质及产量受到严重的不良影响。

11. 锰 锰是叶绿体的成分，在叶绿素合成中起着催化作用。缺锰不仅使叶绿体中锰含量明显减少，还使其结构发生变化，从而影响叶绿素的形成。锰又是多种酶的活化剂，锰与氮的代谢和碳水化合物的同化以及维生素C的形成都有一定的关系。因此，缺锰时叶绿素的形成受阻，叶片发生失绿现象。严重缺锰时，叶寿命缩短，在冬季出现大量落叶，致使翌年产量降低，品质下降。而锰过多时，也会引起冬季大量落叶，果皮和叶片上出现红褐色至紫褐色的病斑，如浙江黄岩早桔果皮上的“紫血焦”病。浙江定海温州蜜柑叶片上的褐斑病。

12. 锌 锌是碳酸酐酶组成成分，能促进树体内碳酸的分解，增强光合作用，还与树体内形成生长刺激素的先驱物质色氨酸有关。锌在叶绿素合成中是不可缺少的，缺锌叶片会发生黄化。另外，锌缺乏时使树体内硝态氮累积，蛋白质和淀粉的合成受到影响，树体生长受到抑制，出现小叶、丛生等现象，柑桔果实明显变小，产量锐减。锌的缺乏还使根的生长变细，对水分和养分的吸收也受到影响。

13. 铜 铜是树体内与氧化还原作用有关的铜酶成分。由于叶绿素的形成需要多量的铜，因此缺铜时会使叶绿素的形成受阻，从而引起叶片发黄并产生褐色的斑点，出现流胶和枯梢等现象，严重影响树体的生长。

14. 钼 柑桔吸收土壤中的硝态氮 ($\text{NO}_3\text{—N}$)，并通过硝酸还原酶将其还原成氨，构成蛋白质。钼是硝酸还原酶的组成成分。因而，钼缺乏时，树体内硝态氮会大量累积而产生为害。此外，钼与维生素C的形成有关，钼缺乏时作物体内维生素C含量降低。

植物适量吸收钼素，可减轻锌、铜、镍等金属过剩的为

害。

15. 硼 硼与水分、碳化合物及氮素代谢有关，并在构成细胞膜中，与果胶的形成有关。缺硼影响细胞膜的形成，引起新梢叶生长不良，出现大量落花落果，生长就会停止。同时硼的缺乏影响水分的吸收，也使钙的吸收和在体内的移动受阻，导致新细胞中钙的不足，使新芽和子实的细胞液变成强酸性而停止生长。

16. 氯 氯与树体内淀粉、纤维素、木质素的构成成分的合成有密切关系，并在光合作用过程中，必需有氯的参与才能完成，同时氯有促进成熟的作用。

（二）柑桔吸收养分的特点

柑桔生长发育所需要的养分，除二氧化碳外，主要是靠地下部根系从土壤中吸取。然而，研究表明，柑桔地上部叶、片、枝梢、果实及主干等各部位也能不同程度地吸收养分。据柑桔根外追肥树体各部位的养分吸收能力计算，如果以须根的吸收力为100%，那么，新梢嫩叶为97.3%，成熟叶为73.3%，幼果为70.8%，粗枝顶端部为67.3%，粗枝上老叶为32.8%，侧枝为8.9%，主干为7.2%，粗根为10.1%。

1. 根系对养分的吸收 柑桔根系从土壤中吸收养分的多少，取决于土壤环境条件、根系数量和活力。人们为了使柑桔根系发达具有活力，同时使土壤肥沃，往往采取深耕改土，增施有机质肥料和及时灌溉或地面覆盖等一系列农业技术措施，为根系创造一个水、气、肥、热协调的土壤环境条件。

根据研究表明，柑桔根系能够从土壤中吸收多种无机和有机养分。无机养分，例如：硫酸铵、氯化钾、过磷酸钙等。它们都能溶解于水，在土壤中呈离子状态容易被根系所吸收。

而有机养分则需要经过土壤微生物的分解后,才能被根系吸收利用,例如蛋白质分解的氨基酸、尿素分解的酰胺,纤维素分解的糖类、核糖核酸和维生素等(图1-1)。根系对这些养分的吸收是有选择性的,而且需要消耗能量,这种能量来自地上部光合作用产物,所以地上部叶片光合作用的强弱,也会影响根系主动吸收养分。由于根系吸收大量的养分是

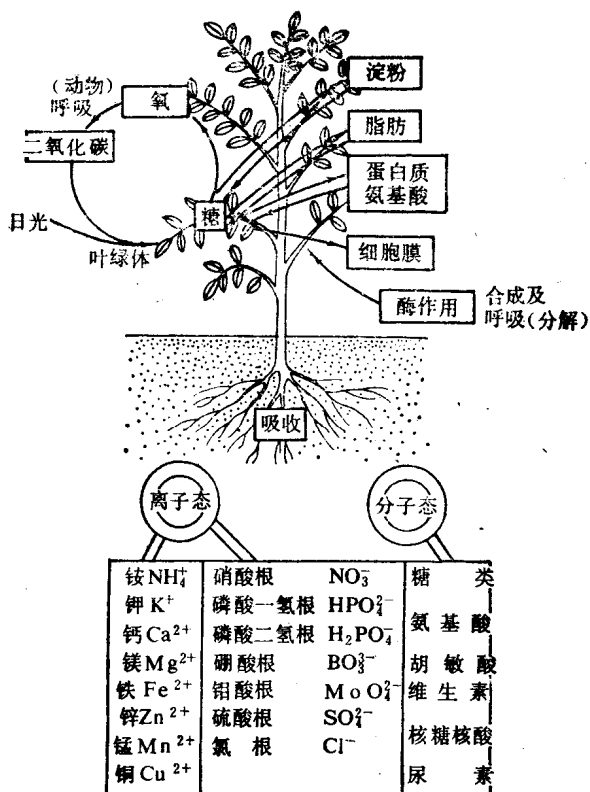


图1-1 柑桔根系吸收土壤中养分的形态

氮、磷、钾，其次是钙、镁、硫，而吸收铁、锰、锌、硼等微量元素较少，其选择性吸收的结果，使土壤中养分失去平衡，需要通过施肥补充养分进行调节。需要补充哪几种养分？需要多少量？那么，就需要通过土壤和叶片的营养诊断作出决定。

2. 叶片对养分的吸收 我们常用的根外追肥，即叶面喷施肥料，如尿素、磷酸二氢钾、硼砂或硼酸，以及各种各样的叶面肥，都是利用叶片吸收养分的特点。实践证明，柑桔叶片不仅能吸收多种无机养分，还能吸收分子量较大的有机养分，如氨基酸、酰胺及各种金属络合物等。

叶片吸收养分的阶段可分为：（1）吸附，（2）进入到叶组织内部，（3）转移到树体其它部位。

在进行叶面喷施时，应注意叶背面喷施，因为柑桔叶背面有气孔，容易进入养分，可提高养分的吸收利用率，同时，根外追肥的适宜时期，是新梢叶展开初期，即叶片蜡质层尚未形成时喷施，养分容易被叶片吸收。对老叶喷施时，应加附着剂，如石灰水和洗涤剂等，可增加养分在叶片上的附着力，从而促进叶片对养分的吸收。叶片吸收养分需要在低浓度条件下进行，如果喷施养分的浓度过高，容易引起反渗透，造成药害和叶片失水凋萎而脱落。

叶片吸收养分的特点是用量少、见效快、不受土壤干扰，但化工多、吸收量少，只能作为补充根系吸收养分的不足。

（三）影响柑桔养分吸收的因素

对柑桔吸收养分的影响因子，有温度、湿度、降雨、土壤通气性、土壤酸碱度、使用养分的浓度和养分间的相互作用等，此外还取决于树体本身“库”能的变化，及根系和叶

片的发育时期。

1. 温度 柑桔根系从土温 12°C 左右开始生长并吸收养分，随着土温的上升，根的伸长和养分的吸收急剧增加，见图 1-2。但其速率随着品种、砧木、养分的种类不同而有很大的差异。即使是同样的氮素养分，氨态氮的吸收不易受温度的影响，而硝态氮则在较高温度时才容易吸收。据研究，养分吸收高峰期，氮素在 6—9 月，钾在 7—8 月，其它元素也以夏、秋季吸收量为最大（图 1-3）。

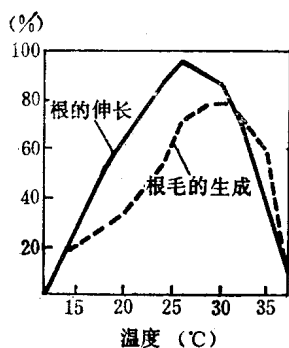


图 1-2 柑桔根系的生长与温度的关系
(Girton, 1927)

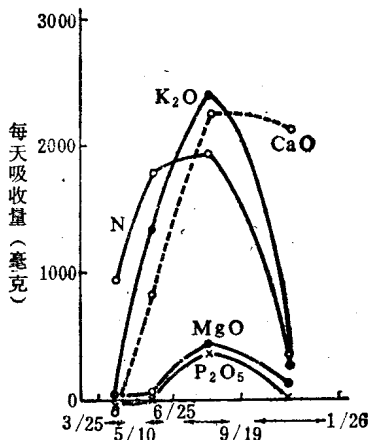


图 1-3 45 年生温州蜜柑无机养分的集积速度(全树)
(广部、大垣, 1969)

2. 湿度 保持一定的湿度有利根系和叶片对养分的吸收，因为养分的吸收需要水分，溶解在水里的养分容易被根系和叶片吸收。

3. 降雨 降雨易引起地上部养分的损失。这是由于雨水中的氢离子和重碳酸根离子与叶片中的无机养分起置换反

应，使叶片中养分遭受溶脱而损失。柑桔除叶片外，其它部位的养分也会遭受雨水溶脱的损失。

4. 土壤通气性 柑桔根系具有好气性，根系在呼吸过程中需要较多的氧气，如果通气性差、氧气不足，呼吸作用就会受到抑制，根系吸收养分的速度就会降低。土壤通气性除影响根系吸收养分外，还会影响土壤微生物的活动和土壤中有机质的矿化作用，从而影响养分的释放和有效养分含量的减少。

5. 酸碱度(pH 值) 土壤和溶液中的酸碱度，都会影响养分的有效性。因为各种养分的溶解度受 pH 值的左右，如磷素养分在 pH6—7 范围内有效性最高，而铁、锰、锌等养

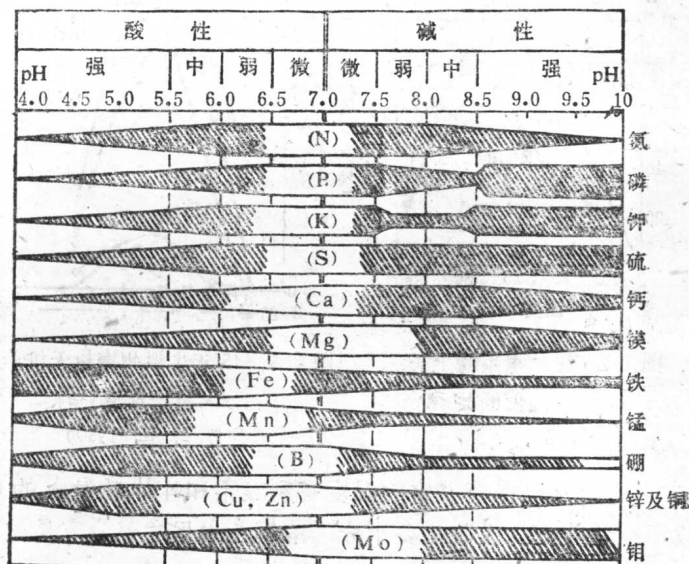


图 1-4 土壤 pH 值与养分有效性的关系

注：幅的宽窄表示养分有效性的高低。